ROHDE & SCHWARZ

Geschäftsbereich
Messtechnik

## Bedienhandbuch

# Handheld Spectrum Analyzer

# R&S® FSH

**1145.5850.03**
**1145.5850.13**
**1145.5850.23**
**1145.5850.06**
**1145.5850.26**
**1145.5850.18**

Sehr geehrter Kunde,

# Inhaltsübersicht

# Technische Daten

Die technischen Daten werden unter den folgenden Bedingungen spezifiziert: 15 Minuten Einlaufzeit bei Umgebungstemperatur, die spezifizierten Umgebungsbedingungen und der Kalibrierzyklus sind eingehalten. Daten ohne Toleranz sind typische Werte. Mit "nominal" gekennzeichnete Daten sind Design-Parameter und werden nicht kontrolliert.

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| **Frequenz** | | | | |
| Frequenzbereich | | 100 kHz bis 3 GHz | 100 kHz bis 6 GHz | 10 MHz bis 18 GHz |
| Referenzfrequenz | | | | |
| Alterung | | 1 ppm/Jahr | | |
| Temperaturdrift | 0 bis 30 °C<br>30 bis 50 °C | 2 ppm<br>zusätzlich 2 ppm/10°C | | |
| Frequenzzähler | | | | |
| Auflösung | | 1 Hz | | |
| Frequenzdarstellbereich (Span) | | 0 Hz, 100 Hz bis 3 GHz | 0 Hz, 100 Hz bis 6 GHz | 0 Hz, 100 Hz bis 18 GHz |
| | 1145.5850.13 | 0 Hz, 1 kHz bis 3 GHz | - | - |
| **Spektrale Reinheit**<br>SSB-Phasenrauschen | f = 500 MHz, 20 bis 30 °C | | | |
| 30 kHz Trägerabstand | | <-85 dBc/(1 Hz) | | <-85 dBc/(1 Hz) |
| 100 kHz Trägerabstand | | < -100 dBc/(1 Hz) | | < -90 dBc/(1 Hz) |
| 1 MHz Trägerabstand | | < -120 dBc/1 Hz) | | < -98 dBc/(1 Hz) |
| Sweepzeit | Span = 0 Hz | 1 ms bis 100 s | | |
| | Span > 0 Hz | 20 ms bis1000 s, min. 20 ms/600 MHz | | |
| Bandbreiten | | | | |
| Auflösebandbreiten (-3 dB) | 1145.5850.13 | 1, 3, 10, 30,100, 200, 300 kHz, 1 MHz | | |
| | 1145.5850.03, .23,<br>1145.5850.06, .26, .18 | zusätzlich 100, 300 Hz | | |
| Toleranz | ≤ 300 kHz | ± 5 %, nominal | | |
| | 1 MHz | ± 10 %, nominal | | |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| Auflösebandbreiten (-6 dB) | Mit Option R&S FSH-K3 | zusätzlich 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz | | |
| Videobandbreiten | | 10 Hz bis 1 MHz in 1-, 3-Schritten | | |
| **Amplitude** | | | | |
| Anzeigebereich | | mittlere Rauschanzeige bis +20 dBm | | |
| Maximale zulässige Gleichspannungsfestigkeit am HF-Eingang | | 50 V / 80 V [1]) | | 50 V |
| Maximale Leistung | | 20 dBm, 30 dBm (1 W) für max. 3 min. | | 20 dBm |
| Intermodulationsfreier Bereich | IM Produkte 3. Ordnung, 2 x -20 dBm, Referenzpegel = -10 dBm | | | |
| bei Signalabstand ≤ 2 MHz | | 60 dB (+10 dBm Intercept dritter Ordnung) | | 50 dB (nominal) (+5 dBm Intercept dritter Ordnung) |
| bei Signalabstand > 2 MHz | | 66 dB (+13 dBm Intercept dritter Ordnung) | | 50 dB (nominal) (+5 dBm Intercept dritter Ordnung) |

[1] 80 V Seriennummer 100900 (Modell 1145.5850.03) bzw. 101600 (Modell 1145.5850.13); Modelle 1145.5850.23, 1145.5850.06 und .26 alle Seriennummern

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| Rauschanzeige | Mittelwert, Auflösebandbreite 1 kHz Videobandbreite 10 Hz, Referenzpegel ≤ -30 dBm | | | |
| 10 MHz bis 50 MHz | | <-105 dBm, typ. -114 dBm | <-105 dBm, typ. -112 dBm | <-90 dBm, typ. -98 dBm |
| 50 MHz bis 3 GHz | | <-105 dBm, typ. -114 dBm | <-105 dBm, typ. -112 dBm | <-110 dBm, typ. -118 dBm |
| 3 GHz bis 5 GHz | | - | <-103 dBm, typ. -108 dBm | <-110 dBm, typ. -118 dBm |
| 5 GHz bis 6 GHz | | - | <-96 dBm, typ. -102 dBm | <-110 dBm, typ. -118 dBm |
| 6 GHz bis 8 GHz | | - | - | <-108 dBm, typ. -113 dBm |
| 8 GHz bis 12 GHz | | - | - | <-105 dBm, typ. -113 dBm |
| 12 GHz bis 16 GHz | | - | - | <-100 dBm, typ. -108 dBm |
| 16 GHz bis 18 GHz | | - | - | <-90 dBm, typ. -102 dBm |
| mit Vorverstärker<br>10 MHz bis 2,5 GHz | nur Modelle 1145.5850.03[2]), 1145.5850.23, 1145.5850.06 und 1145.5850.26 | <-120 dBm, typ. -125 dBm | <-120 dBm, typ. -125 dBm | - |
| 2,5 GHz bis 3 GHz | | <-115 dBm, typ. -120 dBm | <-115 dBm, typ. -120 dBm | - |
| 3 GHz bis 5 GHz | | - | <-115 dBm, typ. -120 dBm | - |
| 5 GHz bis 6 GHz | | - | <-105 dBm, typ. -110 dBm | - |
| Eigenempfang | Referenzpegel ≤ -20 dBm, f > 30 MHz, RBW ≤100kHz, S/N>10dB | <-80 dBm | <-80 dBm | <-80 dBm |

[2] Ab Seriennummer 100900 und Firmware-Version 6.0 oder höher.

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| Nebenempfang<br>R&S FSH3 / FSH6<br>Empfangsfrequenz:<br>bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz<br><br>Empfangsfrequenz =<br>Signalfrequenz – 2,0156 GHz | Mischerpegel ≤ -40 dBm<br>Trägerabstand > 1 MHz<br><br><br><br><br>Signalfrequenz<br>2 GHz bis 3,2 GHz | -70 dBc (nominal)<br><br>55 dBc (nominal) | -70 dBc (nominal)<br>-64 dBc (nominal)<br>55 dBc (nominal) | |
| Nebenempfang<br>R&S FSH18<br>Empfangsfrequenz:<br>10 MHz bis 14 GHz<br><br>14 GHz bis 18 GHz<br><br><br>Empfangsfrequenz =<br>Signalfrequenz – 3,9 GHz<br>Signalfrequenz + 0,6 GHz bis + 1 GHz<br>Signalfrequenz – 0,6 GHz bis – 1 GHz | Mischerpegel ≤ -20 dBm<br>Trägerabstand > 1MHz<br>Signalfrequenz:<br>10 MHz bis 7,6 GHz<br>7,6 GHz bis 18 GHz<br>10 MHz bis 2,8 GHz<br>2,8 GHz bis 7,6 GHz<br>7,6 GHz bis 18 GHz<br>Signalfrequenz:<br>3,9 GHz bis 18 GHz<br>7,4 GHz bis 7,7 GHz<br>7,8 GHz bis 8,5 GHz | | | -60 dBc (nominal)<br>-50 dBc (nominal)<br>-50 dBc (nominal)<br>-30 dBc (nominal)<br>-50 dBc (nominal)<br><br>-40 dBc (nominal)<br>-45 dBc(nominal)<br>-45 dBc(nominal) |
| 2. Harmonische<br>Empfangsfrequenz<br>bis 6 GHz<br>6 GHz bis 9 GHz | Mischerpegel -40 dBm | -60 dBc (nominal) | -60 dBc (nominal) | -60 dBc (nominal)<br>-50 dBc (nominal) |
| **Pegelanzeige** | | | | |
| Referenzpegel | | -80 bis +20 dBm in 1-dB-Schritten | | |
| Anzeigebereich | | 100 dB, 50 dB, 20 dB, 10 dB, linear | | |
| Anzeigeeinheiten<br>Logarithmische Anzeigeskalierung<br>Lineare Anzeigeskalierung | | dBm, dBµV, dBmV<br>mit Transducer zusätzlich dBµV/m und dBµA/m<br>µV, mV, V, nW, µW, mW, W<br>mit Transducer zusätzlich V/m, mV/m , µV/m und W/$m^2$ | | |

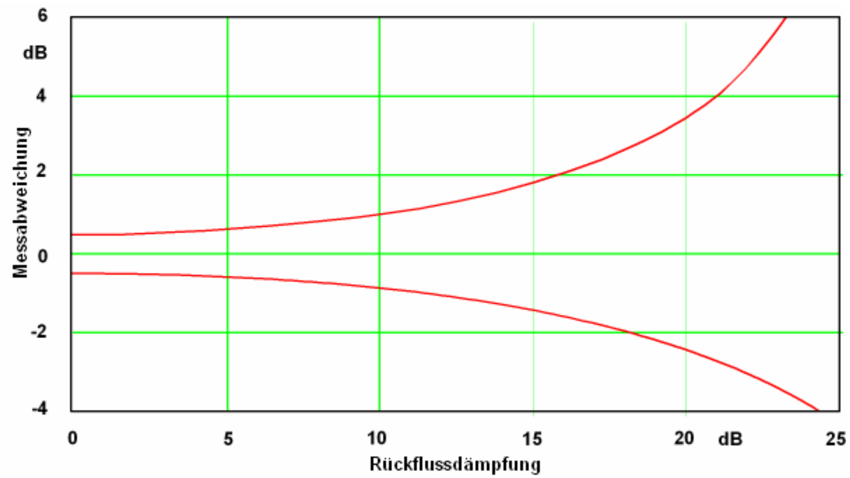
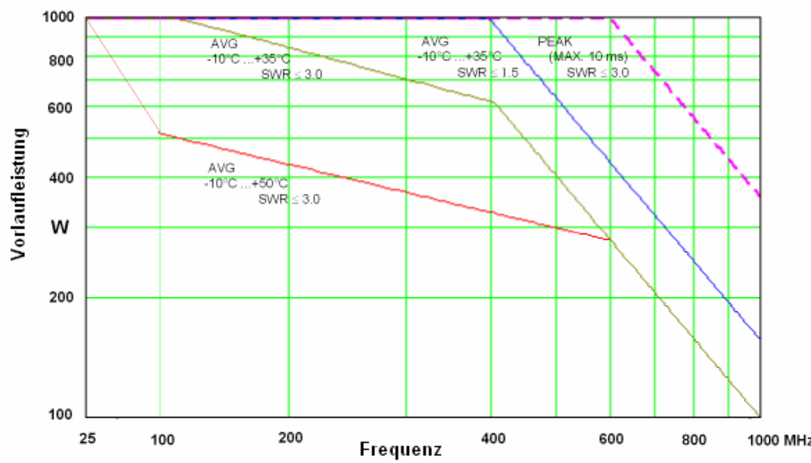
| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| Messkurven | | 1 Trace und 1 Speicher-Trace | | |
| Trace-Mathematik | | A-B und B-A (Trace-Speichertrace und Speichertrace –Trace) | | |
| Detektoren | | Auto Peak, Maximum Peak, Minimum Peak, Sample, RMS | | |
| | Mit Option R&S FSH-K3 | zusätzlich Mittelwert und Quasi-Peak | | |
| Fehler der Pegelanzeige | Ref. Pegel bis Ref. Pegel - 50 dB, 20 bis 30 °C | | | |
| | 1 MHz bis 10 MHz | < 1,5 dB, typ. 0,5 dB | | - |
| | 10 MHz bis 20 MHz | < 1,5 dB, typ. 0,5 dB | | < 2 dB |
| | 20 MHz bis 6 GHz | < 1,5 dB, typ. 0,5 dB | | < 1,5 dB |
| | 6 GHz bis 14 GHz | - | | < 2,5 dB |
| | 14 GHz bis 18 GHz | - | | < 3,0 dB |
| **Marker** | | | | |
| Anzahl der Marker und Deltamarker | | maximal 6 | | |
| Markerfunktionen | | Peak, Next Peak, Minimum, Center = Marker Frequenz, Referenzpegel = Markerpegel, alle Marker auf Peak | | |
| Markeranzeigen | | Normal (Pegel), Rauschmarker, Frequenzzähler (Count) | | |
| **Trigger** | | freilaufend, Video-Trigger, externer Trigger | | |
| **Hördemodulation** | | AM (ungeregelte Videospannung) und FM | | |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 | R&S FSH18 |
|---|---|---|---|---|
| **Eingänge** | | | | |
| HF-Eingang | | N-Buchse | | |
| Eingangsimpedanz | | 50 Ω | | |
| VSWR | 10 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz<br>6 GHz bis 15 GHz<br>15 GHz bis 18 GHz | <1,5 nominal | <1,5 nominal<br><1,5 nominal | <1,5 nominal<br><1,5 nominal<br><2 nominal<br><3 nominal |
| Trigger- /ext. Referenzeingang | | BNC-Buchse, umschaltbar | | |
| Triggerspannung | | TTL | | |
| Referenzfrequenz | | 10 MHz | | |
| Notwendiger Pegel | aus 50 Ω | 10 dBm | | |
| **Ausgänge** | | | | |
| NF-Ausgang | | 3.5 mm Mini-Jack-Buchse | | |
| Ausgangsimpedanz<br>Leerlaufspannung | | 100 Ω<br>bis 1,5 V, einstellbar | | |
| Mitlaufgenerator | nur Modelle 145.5850.13, 1145.5850.23 und 1145.5850.26 | | | |
| Frequenzbereich | | 5 MHz bis 3 GHz | 5 MHz bis 6 GHz | - |
| Ausgangspegel | Modell 1145.5850.13<br>Modell 1145.5850.23<br><br>Modell 1145.5850.26<br>f < 3 GHz<br>f > 3 GHz | -20 dBm (nominal)<br>0 dBm / -20 dBm, schaltbar | <br><br><br><br>- 10 dBm (nominal)<br>- 20 dBm (nominal) | - |
| Ausgangsimpedanz | | 50 Ω, nominal | | |
| **Schnittstellen** | | | | |
| Optische RS232-Schnittstelle | | | | |
| Baudrate | | 1200, 2400, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 baud | | |
| Leistungsmesskopf | | 7-polige Buchse (Typ Binder 712) | | |

| **Zubehör<br>Leistungsmesskköpfe R&S FSH-Z1 und R&S FSH-Z18** | | |
|---|---|---|
| Frequenzbereich R&S FSH-Z1 | | 10 MHz bis 8 GHz |
| R&S FSH-Z18 | | 10 MHz bis 18 GHz |
| VSWR<br>10 MHz bis 30 MHz<br>30 MHz bis 2,4 GHz<br>2,4 GHz bis 8 GHz<br>8 GHz bis 18 GHz | | <br>< 1,15<br>< 1,13<br>< 1,20<br><1,25 |
| Maximale Eingangsleistung | mittlere Leistung<br>Spitzenleistung (<10 µs, 1% Tastverhältnis) | 400 mW (+26 dBm)<br>1 W (+30 dBm) |
| Messbereich | | 200 pW bis 200 mW (-67 bis +23 dBm) |
| Signalbewertung | | Mittlere Leistung |
| Einfluss von Harmonischen<br>Einfluss von Modulation | | <0,5 % (0,02 dB) bei 20 dB Harmonischenabstand<br><1,5 % (0,07 dB) für kontinuierliche digitale Modulationen |
| Absolute Messunsicherheit | Sinussignale, ohne Nullablage | |
| 10 MHz bis 8 GHz<br><br>8 GHz bis 18 GHz | 15 °C bis 35 °C<br>0 °C bis 50 °C<br>15 °C bis 35 °C<br>0 °C bis 50 °C | < 2,3 % (0,10 dB)<br>< 4,2 % (0,18 dB)<br>< 3,5 % (0,15 dB)<br>< 5,0 % (0,21 dB) |
| Nullpunktabweichung nach Nullabgleich | | < 110 pW |
| Abmessungen | | 48 mm x 31 mm x 170 mm, Anschlusskabel 1,5 m |
| Gewicht | | < 0,3 kg |

| Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z14 | | |
|---|---|---|
| Frequenzbereich | | 25 MHz bis 1 GHz |
| Leistungsmessbereich | | 30 mW bis 300 W |
| VSWR bezogen auf 50 Ω | | < 1,06 |
| Belastbarkeit | abhängig von Temperatur und Anpassung (siehe Diagramm) | 100 W bis 1000 W |
| Durchgangsdämpfung | | < 0,06 dB |
| Richtverhältnis | | > 30 dB |
| **Mittlere Leistung** | | |
| Leistungsmessbereich<br>CW, FM, PM, FSK, GMSK<br>modulierte Signale | CF: Verhältnis von max. Hüllkurvenleistung zu mittlerer Leistung | 30 mW bis 300 W<br>30 mW bis 300 W / CF |
| Messunsicherheit<br>25 MHz bis 40 MHz<br>40 MHz bis 1 GHz | Sinussignal, 18°C bis 28°C, ohne Nullpunktabweichung | 4,0 % (0,17 dB) vom Messwert<br>3,2 % (0,14 dB) vom Messwert |
| Nullpunktabweichung | nach Nullabgleich | ± 4 mW |
| Bereich der typ. Messabweichung bei Modulation<br>FM, PM, FSK, GMSK<br>AM (80 %)<br>2 CW Träger gleicher Leistung<br>EDGE, TETRA | *) Wenn Standard am R&S FSH eingegeben | 0 % vom Messwert (0 dB)<br>± 3 % vom Messwert (± 0,13 dB)<br>± 2 % vom Messwert (± 0,09 dB)<br>± 0,5 % vom Messwert (± 0,02 dB) *) |
| Temperaturkoeffizient<br>25 MHz bis 40 MHz<br>40 MHz bis 1 GHz | | 0,40 %/K (0,017 dB/K)<br>0,25 %/K (0,011 dB/K) |

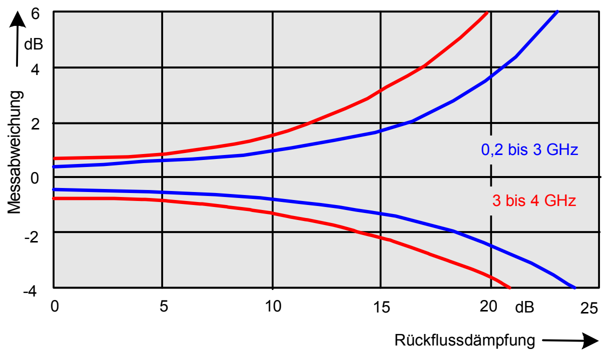
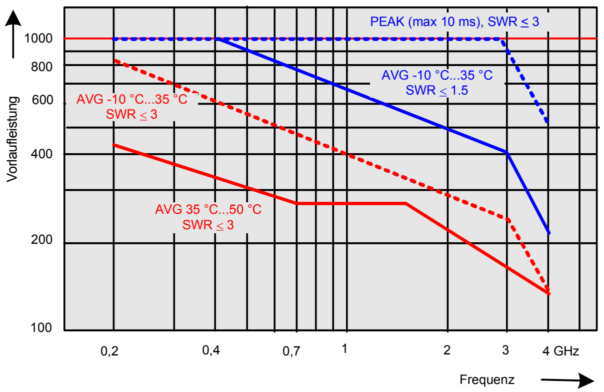
| Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z14 | | |
|---|---|---|
| **Max. Hüllkurvenleistung** | | |
| Leistungsmessbereich<br>Video-Bandbreite 4 kHz<br>200 kHz<br>600 kHz | | 0,4 W bis 300 W<br>1 W bis 300 W<br>2 W bis 300 W |
| Messunsicherheit | 18°C bis 28°C | wie für mittlere Leistung zuzüglich des Einflusses der Spitzenhalteschaltung |
| Fehlergrenzen der Spitzenhalteschaltung für Burstsignale<br>Tastverhältnis ≥ 0,1 und Wiederholrate ≥ 100 / s<br><br>20/s≤ Wiederholrate <100/s<br>0,001≤ Tastverhältnis < 0,1 | Video-Bandbreite 4 kHz<br>200 kHz<br>600 kHz | ± (3% vom Messwert + 0,05 W) ab 200µs Burstbreite<br>± (3% vom Messwert + 0,20 W) ab 4µs Burstbreite<br>± (7% vom Messwert + 0,40 W) ab 2µs Burstbreite<br>zuzüglich ± (1,6 % vom Messwert + 0,15 W)<br>zuzüglich ± 0,10 W |
| Temperaturkoeffizient<br>25 MHz bis 40 MHz<br>40 MHz bis 1 GHz | | 0,50 %/K (0,022 dB/K)<br>0,35 %/K (0,015 dB/K) |
| **Lastanpassung** | | |
| Anpassungsmessbereich<br>Rückflussdämpfung<br>VSWR | | 0 bis 23 dB<br>> 1,15 |
| Minimale Vorlaufleistung | Daten erfüllt ab 0,4 W | 0,06 W |

| **Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z14** | | |
|---|---|---|
| Grenzen der Messabweichung bei Anpassungsmessungen |  | |
| Belastbarkeit |  | |
| Abmessungen | | 120 mm x 95 mm x 39 mm, Anschlusskabel 1,5 m |
| Gewicht | | 0,65 kg |

| **Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z44** | | |
|---|---|---|
| Frequenzbereich | | 200 MHz bis 4 GHz |
| Leistungsmessbereich | | 30 mW bis 300 W |
| VSWR bezogen auf 50 Ω<br>200 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 4 GHz | | <br>< 1,07<br>< 1,12 |
| Belastbarkeit | abhängig von Temperatur und Anpassung (siehe Diagramm) | 120 W bis 1000 W |
| Durchgangsdämpfung<br>200 MHz bis 1,5 GHz<br>1,5 GHz bis 4 GHz | | <br>< 0,06 dB<br>< 0,09 dB |
| Richtverhältnis<br>200 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 4 GHz | | <br>> 30 dB<br>> 26 dB |
| **Mittlere Leistung** | | |
| Leistungsmessbereich<br>CW, FM, PM, FSK, GMSK<br>3GPP W-CDMA, cdmaOne, cdma2000, DAB, DVB-T<br>sonstige modulierte Signale | <br><br><br>CF: Verhältnis von max. Hüllkurvenleistung zu mittlerer Leistung | <br>30 mW bis 300 W<br>30 mW bis 120 W<br>30 mW bis 300 W / CF |
| Messunsicherheit<br>200 MHz bis 300 MHz<br>300 MHz bis 4 GHz | Sinussignal, 18°C bis 28°C, ohne Nullpunktabweichung | <br>4,0 % (0,17 dB) vom Messwert<br>3,2 % (0,14 dB) vom Messwert |

| **Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z44** | | |
|---|---|---|
| Nullpunktabweichung | nach Nullabgleich | ± 4 mW |
| Bereich der typ. Messabweichung bei Modulation<br>FM, PM, FSK, GMSK<br>AM (80 %)<br>2 CW Träger gleicher Leistung<br>π/4-DQPSK<br>EDGE<br>cdmaOne, DAB<br>3GPP W-CDMA, cdma2000<br>DVB-T | *) Wenn Standard am R&S FSH eingegeben | 0 % vom Messwert (0 dB)<br>± 3 % vom Messwert (± 0,13 dB)<br>± 2 % vom Messwert (± 0,09 dB)<br>± 2 % vom Messwert (± 0,09 dB)<br>± 0,5 % vom Messwert (± 0,02 dB) *)<br>± 1 % vom Messwert (± 0,04 dB) *)<br>± 2 % vom Messwert (± 0,09 dB) *)<br>± 2 % vom Messwert (± 0,09 dB) *) |
| Temperaturkoeffizient<br>200 MHz bis 300 MHz<br>300 MHz bis 4 GHz | | 0,40 %/K (0,017 dB/K)<br>0,25 %/K (0,011 dB/K) |
| **Max. Hüllkurvenleistung** | | |
| Leistungsmessbereich<br>DAB, DVB-T, cdmaOne, cdma2000, 3GPP W-CDMA<br>Sonstige Signale bei Video-Bandbreite 4 kHz<br>200 kHz<br>4 MHz | | 4 W bis 300 W<br>0,4 W bis 300 W<br>1 W bis 300 W<br>2 W bis 300 W |

| **Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z44** | | |
|---|---|---|
| Messunsicherheit | 18°C bis 28°C | wie für mittlere Leistung zuzüglich des Einflusses der Spitzenhalteschaltung |
| Fehlergrenzen der Spitzenhalteschaltung für Burstsignale<br>Tastverhältnis ≥ 0,1 und Wiederholrate ≥ 100 / s<br>20/s≤ Wiederholrate <100/s<br>0,001≤ Tastverhältnis < 0,1<br>Burstbreite ≥ 0,5µs<br>Burstbreite ≥ 0,2µs | Video-Bandbreite 4 kHz<br>200 kHz<br>4 MHz | ± (3% v. Messwert + 0,05 W) ab 100µs Burstbreite<br>± (3% v. Messwert + 0,20 W) ab 4µs Burstbreite<br>± (7% v. Messwert + 0,40 W) ab 1µs Burstbreite<br>zuzüglich ± (1,6 % vom Messwert + 0,15 W)<br>zuzüglich ± 0,10 W<br>zuzüglich ± 5 % vom Messwert<br>zuzüglich ± 10 % vom Messwert |
| Bereich der typ. Messabweichung der Spitzenhalteschaltung für<br>cdmaOne, DAB<br>DVB-T, cdma2000, 3GPP W-CDMA | Video-Bandbreite 4 MHz und Standard am R&S FSH eingegeben | ± (5% vom Messwert + 0,4 W)<br>± (15% vom Messwert + 0,4 W) |
| Temperaturkoeffizient<br>200 MHz bis 300 MHz<br>300 MHz bis 4 GHz | | 0,50 %/K (0,022 dB/K)<br>0,35 %/K (0,015 dB/K) |
| **Lastanpassung** | | |
| Anpassungsmessbereich<br>Rückflussdämpfung<br>200 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 4 GHz<br>VSWR<br>200 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 4 GHz | | 0 bis 23 dB<br>0 bis 20 dB<br>> 1,15<br>> 1,22 |
| Minimale Vorlaufleistung | Daten erfüllt ab 0,2 W | 0,03 W |

| Leistungs- und Reflexionsmesskopf R&S FSH-Z44 | | |
|---|---|---|
| Grenzen der Messabweichung bei Anpassungsmessungen |   | |
| Belastbarkeit |   | |
| Abmessungen | | 120 mm x 95 mm x 39 mm, Anschlusskabel 1,5 m |
| Gewicht | | 0,65 kg |

| VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 / R&S FSH-Z3 | | | |
|---|---|---|---|
| | | R&S FSH-Z2 | R&S FSH-Z3 |
| Frequenzbereich | | 10 MHz bis 3 GHz | 10 MHz bis 3 GHz |
| Impedanz | | 50 Ω | |
| **VSWR Brücke** | | | |
| Richtwirkung<br>10 MHz bis 30 MHz<br>30 MHz bis 1 GHz<br>1 GHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz | | <br>typ. 30 dB<br>typ. 30 dB<br>typ. 25 dB<br>- | <br>typ. 16 dB<br>> 20 dB, typ. 28 dB<br>> 20 dB , typ. 28 dB<br>> 16 dB , typ. 25 dB |
| Richtwirkung, korrigiert<br>2 MHz bis 10 MHz<br>10 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz | Option R&S FSH-K2 | <br>typ. 40 dB<br>typ. 43 dB<br>- | <br>typ. 40 dB<br>typ. 40 dB<br>typ. 37 dB |
| Rückflussdämpfung am Test Port<br>10 MHz bis 50 MHz<br>50 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz | | <br>20 dB, typ.<br>20 dB, typ.<br>- | <br>> 12 dB, typ. 18 dB<br>> 16 dB, typ. 22 dB<br>> 16 dB, typ. 22 dB |
| Rückflussdämpfung am Test Port korrigiert<br>2 MHz bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz | Option R&S FSH-K2 | <br>typ. 35 dB<br>- | <br>typ. 40 dB<br>typ. 37 dB |
| Einfügedämpfung<br>Messbrücke<br>Bypass | | <br>typ. 9 dB<br>- | <br>typ. 9 dB<br>typ. 4 dB |

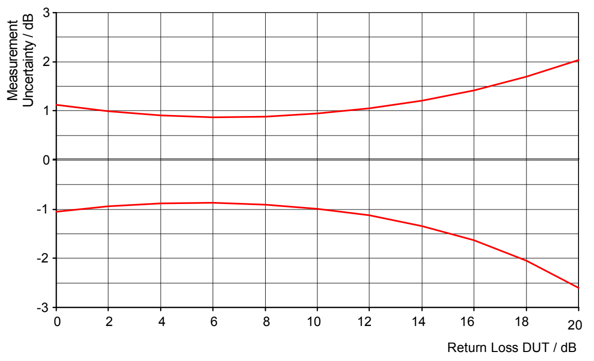
| **VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 / R&S FSH-Z3** | | | |
|---|---|---|---|
| | | R&S FSH-Z2 | R&S FSH-Z3 |
| **DC Bias** | | - | |
| Max. Eingangsspannung | | - | 50 V |
| Max. Eingangsstrom | | - | 300 mA /600 mA *) |
| Steckertyp | | - | BNC-Buchse |
| **Anschlüsse** | | | |
| Generator-Eingang / HF-Ausgang | | N-Stecker | |
| Messtor | | N-Buchse | |
| Steuer-Interface | | 7-poliger Stecker (Binder) | |
| **Allgemeine Daten** | | | |
| Leistungsaufnahme | | - | 3 mW (nominal) |
| Abmessungen (B x H x T) | | 169 x 116 x 30 mm | 149 x 144 x 45 |
| Gewicht | | 485 g | 620 g |
| **Kalibrierstandards** | | R&S FSH-Z29<br>R&S FSH-Z30/-Z31 | R&S FSH-Z28 |
| Kurzschluss / Leerlauf | | N-Stecker | |
| 50-Ω-Abschluss | | N-Stecker | |
| Impedanz | | 50 Ω | |
| Rückflussdämpfung<br>DC bis 3 GHz<br>3 GHz bis 6 GHz | | <br>> 43 dB<br>- | <br>> 40 dB, typ. 46 dB<br>> 37 dB, typ. 43 dB |
| Belastbarkeit | | 1 W | 1 W |

*) ab Seriennummer 100500

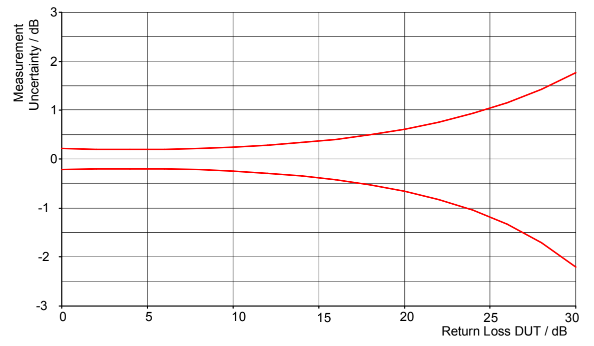
| Kabelfehlstellenmessung, Option R&S FSH-B1, Distance-to-Fault, nur mit 1145.5850.13, 1145.5850.23 und 1145.5850.26 | | |
|---|---|---|
| Anzeige | | 301 Punkte |
| Maximale Distanzauflösung | Bei maximalem Zoom | Kabellänge/1023 Punkte |
| Anzeigebereich<br>Rückflussdämpfung<br>VSWR<br><br><br><br>Reflexionsfaktor<br>mRho | | <br>10, 5, 2, 1 dB/DIV, linear<br>1-2 ,1-6, 1-10 und 1-20 mit Option R&S FSH-K2 zusätzlich<br>1-1,2 und 1-1,5<br>0-1, 0-0,1, 0-0,01, 0-0,001<br>0-100, 0-100, 0-10, 0-1 |
| Kabellänge | abhängig von der Kabeldämpfung | 0 m bis max. 1000 m |
| Maximal zulässiges Störsignal | | 1-dB-Kompressionspunkt des 1. Mischers<br>typ. +10 dBm<br>Übersteuerung bei Referenzpegel + 8 dB (typ.) |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 |
|---|---|---|---|
| Transmissionsmessung, nur mit R&S FSH3 1145.5850.13, 1145.5850.23 und R&S FSH6 1145.5850.26 | | | |
| Frequenzbereich | | 5 MHz bis 3 GHz | 5 MHz bis 6 GHz |
| Dynamikbereich<br>10 MHz bis 2,2 GHz | <br>skalare Messung | <br>typ. 60 dB | <br>typ. 80 dB |
| | vektorielle Messung, Option R&S FSH-K2 | typ. 80 dB | typ. 90 dB |
| 2,2 bis 3 GHz | skalare Messung | typ. 50 dB | typ. 70 dB |
| | vektorielle Messung, Option R&S FSH-K2 | typ. 65 dB | typ. 85 dB |
| 3 to 5 GHz | skalare Messung | - | typ. 40 dB |
| | vektorielle Messung, Option R&S FSH-K2 | - | typ. 55 dB |
| 5 to 6 GHz | skalare Messung | - | typ. 35 dB |
| | vektorielle Messung, Option R&S FSH-K2 | - | typ. 50 dB |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 | R&S FSH6 |
|---|---|---|---|
| **Reflexionsmessung (nur mit R&S FSH3 1145.5850.13 oder 1145.5850.23, R&S FSH6 1145.5850.26 und R&S FSH-Z2/-Z3)** | | | |
| Frequenzbereich | | 10 MHz bis 3 GHz | 10 MHz bis 3 GHz |
| Anzeigebereich Rückflussdämpfung | | 10, 20, 50, 100 dB, einstellbar | |
| Anzeigebereich VSWR | | 1-2 , 1-6, 1-10 und 1-20 einstellbar, mit Option R&S FSH-K2 zusätzlich 1-1,2 und 1-1,5 | |
| Anzeigebereich<br>Reflexionsfaktor<br>mRho | | <br>0-1, 0-0,1, 0-0,01, 0-0,001<br>0-100, 0-100, 0-10, 0-1 | |
| Smith-Diagramm | nur mit Option R&S FSH-K2 | | |
| Markerformate:<br>Reflexion | | <br>dB mag und phase<br>lin mag und phase<br>real und imag | |
| Impedanz | | R+jX<br>$(R+jX)/Z_0$ | |
| Admittanz | | G+jB<br>$(G+jB)/Z_0$ | |
| Bezugsimpedanz $Z_0$ | | 10 mΩ bis 10 kΩ | |
| Zoomfunktion | | Vergrößerungsfaktor 2, 4, 8 | |
| Messunsicherheit | | siehe Diagramme | |




Messunsicherheit bei skalarer Messung




Messunsicherheit bei vektorieller Messung (Option R&S FSH-K2)

| **Spezifikation** | **Bedingung** | **R&S FSH3** | **R&S FSH6** |
|---|---|---|---|
| **Phasenmessung (Transmission, Reflexion)<br>(nur mit R&S FSH3 1145.5850.13 oder 1145.5850.23, R&S FSH6 1145.5850.26 und R&S FSH-K2)** | | | |
| Frequenzbereich<br>Reflexion<br>Transmission | mit R&S FSH-Z2/-Z3 | 10 MHz bis 3 GHz<br>5 MHz bis 3 GHz | 10 MHz bis 6 GHz<br>5 MHz bis 6 GHz |
| Anzeigebereich | | ± 180° (wrap)<br>0° bis 54360° (unwrap) | |
| **Gruppenlaufzeitmessung<br>(nur mit R&S FSH3 1145.5850.13 oder 1145.5850.23, R&S FSH6 1145.5850.26 und R&S FSH-K2)** | | | |
| Frequenzbereich<br>Reflexion<br>Transmission | mit R&S FSH-Z2/-Z3 | 10 MHz bis 3 GHz<br>5 MHz bis 3 GHz | 10 MHz bis 6 GHz<br>5 MHz bis 6 GHz |
| Aperturstufen | | 1-300 | |
| Anzeigebereich | | 10 ns, 20 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 500 ns, 1000 ns einstellbar | |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3<br>(nur für Modell 1145.5850.23<br>ab Seriennummer 103500) |
|---|---|---|
| **3GPP-FDD Code-Domain-Power BTS/NodeB Messung<br>(nur mit R&S FSH-K4 1300.7633.02)** | | |
| **Frequenzbereich** | | 10 MHz bis 3 GHz |
| **Frequenz Fehler**<br>Messbereich<br>Messungenauigkeit | <br><br>SNR > 30 dB | (Test Fall 6.3 nach 3GPP 25.141)<br>±1 kHz<br>$< 50\ Hz + \Delta f_{ref}$[1] ($\sigma = 20\ Hz$) |
| **Gesamt Leistung**<br>Messbereich<br><br>Messungenauigkeit | SNR > 30 dB<br>frequency > 1 MHz<br>20 to 30 °C<br>$-40\ dBm < P_{total} < 20\ dBm$<br>$P_{REF_LEV} -30dB < P_{total} < P_{REF_LEV}+3dB$ | (Test Fall 6.2.1 nach 3GPP 25.141)<br>$-60\ dBm < P_{total} < 20\ dBm$<br><br>± 1.5 dB, typ. 0,5 dB |
| **CPICH Leistung**<br>Messbereich<br>Messungenauigkeit | SNR > 30 dB<br>$-40\ dBm < P_{total} < 20\ dBm$<br>$- P_{total} -20\ dBm < P_{CPICH} < P_{total}$ | (Test Fall 6.2.2 nach 3GPP 25.141)<br>$P_{total} -20\ dB < P_{CPICH} < P_{total}$<br>± 1.5 dB, typ. 0,5 dB |
| **P-CCPCH Leistung**<br>Messbereich<br>Messungenauigkeit | SNR > 30 dB<br>$-40\ dBm < P_{total} < 20\ dBm$<br>$P_{total} -20\ dBm < P_{PCCPCH} < P_{total}$ | <br>$P_{total} -40\ dB < P_{PCCPCH} < P_{total}$<br>± 1.5 dB, typ. 0,5 dB |
| **PSCH/SSCH Leistung**<br>Messbereich<br>Messungenauigkeit | SNR > 30 dB<br>$-40\ dBm < P_{total} < 20\ dBm$<br>$P_{total} -20\ dBm < P_{PSCH} < P_{total}$ | <br>$P_{total} -30\ dB < P_{SCH} < P_{total}$<br>± 2.5 dB, typ. 1,5 dB |
| **Symbol EVM**<br>Messbereich<br>Messungenauigkeit<br><br>Verbleibendes $EVM_{symbol}$ | <br><br>$3\% < EVM_{symbol} < 10\%$<br>$10\% < EVM_{symbol} < 20\%$ | <br>$3\% < EVM_{symbol} < 25\%$<br>± 2.5% typ.<br>± 3.0% typ.<br>3% typ. |

| Spezifikation | Bedingung | R&S FSH3 |
|---|---|---|
| **3GPP-FDD Scrambling-Code-Erkennung** | | |
| **Frequenzbereich** | ± 1 kHz | 10 MHz bis 3 GHz |
| **Single Scrambling Code Erkennung**<br>Berechnungszeit<br>CPICH $E_C$ / $I_0$ | | <br>24 s<br>> -18 dB [2] |
| **Multiple Scrambling Code Erkennung**<br>Max. Anzahl der Scrambling Codes<br>Berechnungszeit<br>CPICH $E_C$ / $I_0$<br>CPICH-Leistung Messungenauigkeit | <br><br><br><br>-40 dBm < $P_{total}$ < 20 dBm | <br>8<br>57 s<br>> -21 dB [2]<br>± 4.2 dB |

[1] $\Delta f_{ref}$ = Ungenauigkeit der Referenzfrequenzquelle.

[2] Erkennungswahrscheinlichkeit > 50% mit Testmodell 1.16 in Übereinstimmung mit den Test-Spezifikationen 3GPP TS 25.141

| Allgemeine Daten | |
|---|---|
| **Display** | 14 cm (5,7") Farb-LC-Display |
| Auflösung | 320 x 240 Pixel |
| **Speicher** | CMOS RAM |
| Einstellungen und Messkurven | 100 |
| **Umweltbedingungen** | |
| **Temperatur** | |
| Betriebstemperaturbereich | |
| bei Batteriebetrieb | 0°C bis 50 °C |
| bei Betrieb mit Netzteil | 0°C bis 40 °C |
| Lagertemperaturbereich | -20°C bis +60 °C |
| Batterieladebetrieb | 0 °C bis 40 °C |
| **Klimabelastung** | |
| Relative Luftfeuchtigkeit | 95 % bei 40 °C (IEC60068) |
| **IP Schutzart** | 51 |
| **Mechanische Belastbarkeit** | |
| Sinusvibration | Erfüllt EN 60068-2-1, EN61010-1<br>5 bis 55 Hz: max 2 g, 55 bis 150 Hz: 0,5 g konstant,<br>12 Minuten pro Achse |
| Randomvibration | Erfüllt EN60068-2-64<br>10 bis 500 Hz, 1,9 g, 30 Minuten pro Achse |
| Schock | Erfüllt EN 60068-2-27<br>40 g Schockspektrum |
| **Funk-Entstörung** | Erfüllt die EMV-Richtlinien der EU (89/336/EWG)<br>und das deutsche EMV-Gesetz |
| **Einstrahlfestigkeit** | 10 V/m |
| Pegelanzeige bei 10 V/m (Ref Pegel ≤ -10 dBm) | |
| Eingangsfrequenz | < -75 dBm (nominal) |
| Zwischenfrequenz | < -85 dBm (nominal) |
| übrige Frequenzen | < Rauschanzeige |

| | |
|---|---|
| **Spannungsversorgung** | |
| Netzversorgung | Externes Netzteil (R&S FSH-Z33)<br>100 V AC bis 240 V AC, 50 bis 60 Hz, 400 mA |
| Externe Gleichspannung | 15 bis 20 V |
| Interne Batterie | NiMH-Akku (Typ Fluke BP190, R&S FSH-Z22) |
| Batteriespannung | 6 bis 9 V |
| Betriebszeit bei vollgeladener Batterie | typ. 4 h ohne Mitlaufgenerator,<br>typ. 3 h mit Mitlaufgenerator, typ. 3 h für R&S FSH18 |
| Batterieladezeit | 4 h bei ausgeschaltetem Gerät |
| Lebensdauer | 300 bis 500 Ladezyklen |
| Leistungsverbrauch | 7 W (typisch) |
| **Sicherheit** | Gemäß EN 61010-1, UL 3111-1, CSA C22.2 No. 1010-1 |
| Sicherheitszeichen | VDE, GS, CSA, CSA-NRTL |
| **Abmessungen** | 170 x 120 x 270 mm |
| **Gewicht** | 2,5 kg |
| **Bestellnummer** | |
| R&S FSH3 Handheld-Spektrumanalysator<br>100 kHz ... 3 GHz, mit Vorverstärker | 1145.5850.03 |
| R&S FSH3 Handheld-Spektrumanalysator<br>100 kHz ... 3 GHz, mit Mitlaufgenerator | 1145.5850.13 |
| R&S FSH3 Handheld-Spektrumanalysator<br>100 kHz ... 3 GHz, mit Mitlaufgenerator und Vorverstärker | 1145.5850.23 |
| R&S FSH6 Handheld-Spektrumanalysator<br>100 kHz ... 6 GHz, mit Vorverstärker | 1145.5850.06 |
| R&S FSH6 Handheld-Spektrumanalysator<br>100 kHz ... 6 GHz, mit Mitlaufgenerator und Vorverstärker | 1145.5850.26 |
| R&S FSH18 Handheld-Spektrumanalysator<br>10 MHz ... 18 GHz | 1145.5850.18 |

## Spannungsversorgung

| | |
|---|---|
| **Mitgeliefertes Zubehör** | Externes Netzteil<br>Batteriepack (eingebaut)<br>Optisches RS232-Kabel<br>Kopfhörer<br>Quick Start-Bedienhandbuch<br>CD-ROM mit Software FSH View und Dokumentation |

## Optionen

| | Bezeichnung | Bestell-Nummer. |
|---|---|---|
| Distance to Fault-Messung zum R&S FSH, enthält 1 m Kabel, R&S FSH-Z2 notwendig | R&S FSH-B1 | 1145.5750.02 |
| Fernsteuerung über RS232 zum R&S FSH | R&S FSH-K1 | 1157.3458.02 |
| Vektorielle Reflexions- und Transmissionsmessung zum R&S FSH | R&S FSH-K2 | 1157.3387.02 |
| Empfänger-Modus zum R&S FSH | R&S FSH-K3 | 1157.3429.02 |
| 3GPP-FDD Code-Domain-Power BTS/NodeB Messung für R&S FSH3 Modell 23 ab Seriennummer 103500 | R&S FSH-K4 | 1300.7633.02 |

## Optionales Zubehör

| | Bezeichnung | Bestell-Nummer |
|---|---|---|
| Leistungsmesskopf 10 MHz bis 8 GHz zum R&S FSH | R&S FSH-Z1 | 1155.4505.02 |
| VSWR-Messbrücke und Leistungsteiler, 10 MHz bis 3 GHz, zum R&S FSH, enthält Kurzschluss, Leerlauf und Abschluss zur Kalibrierung | R&S FSH-Z2 | 1145.5767.02 |
| VSWR-Messbrücke mit DC-Bias und Bypass-schalter zum R&S FSH, 10 MHz bis 6 GHz, enthält Kurzschluss, Leerlauf und Abschluss zur Kalibrierung | R&S FSH-Z3 | 1300.7756.02 |

**Spannungsversorgung**

**Optionales Zubehör**

| | Bezeichnung | Bestell-Nummer |
|---|---|---|
| Vorwärts-/Rückwärts Leistungsmesskopf 25 MHz bis 1 GHz zum R&S FSH | R&S FSH-Z14 | 1120.6001.02 |
| Leistungsmesskopf 10 MHz bis 18 GHz zum R&S FSH | R&S FSH-Z18 | 1165.1909.02 |
| Vorwärts-/Rückwärts Leistungsmesskopf 200 MHz bis 4 GHz zum R&S FSH | R&S FSH-Z44 | 1165.2305.02 |
| Anpassglied 50/75 Ohm, 0 bis 2700 MHz | RAZ | 0358.5714.02 |
| Ersatz-HF-Kabel, 1m, N-Stecker/N-Buchse zur Option R&S FSH-B1 | R&S FSH-Z20 | 1145.5867.02 |
| 12-V-Autoadapter zum R&S FSH | R&S FSH-Z21 | 1145.5873.02 |
| Seriell/Parallel-Wandler zum R&S FSH | R&S FSH-Z22 | 1145.5880.02 |
| Tragetasche zum R&S FSH | R&S FSH-Z25 | 1145.5896.02 |
| Koffer zum R&S FSH | R&S FSH-Z26 | 1300.7627.00 |
| Ersatz -Kurzschluss, Leerlauf und 50-Ω-Abschluss kombiniert zur Kalibrierung der VSWR und DTF-Messung, DC bis 6 GHz | R&S FSH-Z28 | 1300.7804.02 |
| Kurzschluss, Leerlauf und 50-Ω-Abschluss kombiniert zur Kalibrierung der VSWR und DTF-Messung, DC bis 3 GHz | R&S FSH-Z29 | 1300.7504.02 |
| Ersatz-Kurzschluss/Leerlauf zur Option R&S FSH-Z2 zur Kalibrierung der VSWR-Messung, DC bis 3 GHz | R&S FSH-Z30 | 1145.5773.02 |
| Ersatz-50-Ω-Abschluss zur Option R&S FSH-Z2 zur Kalibrierung der VSWR und DTF-Messung, DC bis 3 GHz | R&S FSH-Z31 | 1145.5780.02 |
| Ersatz-Batteriepack zum R&S FSH | R&S FSH-Z32 | 1145.5796.02 |
| Ersatznetzteil zum R&S FSH | R&S FSH-Z33 | 1145.5809.02 |

### Spannungsversorgung

### Optionales Zubehör

| | Bezeichnung | Bestell-Nummer |
|---|---|---|
| Ersatz Optisches RS232-Kabel | R&S FSH-Z34 | 1145.5815.02 |
| Ersatz-CD-ROM mit Steuersoftware FSH-View und Dokumentation | R&S FSH-Z35 | 1145.5821.02 |
| Ersatz-Kopfhörer | R&S FSH-Z36 | 1145.5838.02 |
| Ersatz optisches USB-Kabel | R&S FSH-Z37 | 1300.7733.02 |
| Antenne zur Feldstärkenmessung | R&S HE-200 | 4050.3509.02 |
| Isotrope Antenne, 30 MHz bis 3 GHz für Handheld-Spektrumanalysator R&S FSH | R&S TS-EMF | 1158.9295.13 |
| Antennensatz E- und H-Feld | R&S HZ-15 | 1147.2736.02 |
| Vorverstärker für R&S HZ-15 | R&S HZ-16 | 1147.2720.02 |



**Lesen Sie unbedingt vor der ersten Inbetriebnahme die nachfolgenden**



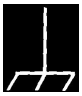
# S i c h e r h e i t s h i n w e i s e

Alle Werke und Standorte der Rohde & Schwarz Firmengruppe sind ständig bemüht, den Sicherheitsstandard unserer Produkte auf dem aktuellsten Stand zu halten und unseren Kunden ein höchstmögliches Maß an Sicherheit zu bieten. Unsere Produkte und die dafür erforderlichen Zusatzgeräte werden entsprechend der jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften gebaut und geprüft. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wird durch unser Qualitätssicherungssystem laufend überwacht. Das vorliegende Produkt ist gemäß beiliegender EU-Konformitätsbescheinigung gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Benutzer alle Hinweise, Warnhinweise und Warnvermerke beachten. Bei allen Fragen bezüglich vorliegender Sicherheitshinweise steht Ihnen die Rohde & Schwarz Firmengruppe jederzeit gerne zur Verfügung.

Darüber hinaus liegt es in der Verantwortung des Benutzers, das Produkt in geeigneter Weise zu verwenden. Dieses Produkt ist ausschließlich für den Betrieb in Industrie und Labor bzw. für den Feldeinsatz bestimmt und darf in keiner Weise so verwendet werden, dass einer Person/Sache Schaden zugefügt werden kann. Die Benutzung des Produkts außerhalb seines bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder unter Missachtung der Anweisungen des Herstellers liegt in der Verantwortung des Benutzers. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für die Zweckentfremdung des Produkts.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts wird angenommen, wenn das Produkt nach den Vorgaben der zugehörigen Produktdokumentation innerhalb seiner Leistungsgrenzen verwendet wird (siehe Datenblatt, Dokumentation, nachfolgende Sicherheitshinweise). Die Benutzung des Produkts erfordert Fachkenntnisse und zum Teil englische Sprachkenntnisse. Es ist daher zu beachten, dass das Produkt ausschließlich von Fachkräften oder sorgfältig eingewiesenen Personen mit entsprechenden Fähigkeiten bedient werden. Sollte für die Verwendung von R&S-Produkten persönliche Schutzausrüstung erforderlich sein, wird in der Produktdokumentation an entsprechender Stelle darauf hingewiesen.

## Symbole und Sicherheitskennzeichnungen

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Produkt-dokumentation beachten | Vorsicht bei Geräten mit einer Masse > 18kg | Gefahr des elektrischen Schlages | Warnung! heiße Oberfläche | Schutzleiter-anschluss | Erd-anschluss | Masse-anschluss | Achtung! Elektrostatisch gefährdete Bauelemente |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Versorgungs-spannung EIN/AUS | Anzeige Stand-by | Gleichstrom DC | Wechselstrom AC | Gleich-Wechselstrom DC/AC | Gerät durchgehend durch doppelte/verstärkte Isolierung geschützt |

Die Einhaltung der Sicherheitshinweise dient dazu, Verletzungen oder Schäden durch Gefahren aller Art möglichst auszuschließen. Hierzu ist es erforderlich, dass die nachstehenden Sicherheitshinweise sorgfältig gelesen und beachtet werden, bevor die Inbetriebnahme des Produkts erfolgt. Zusätzliche Sicherheitshinweise zum Personenschutz, die an entsprechender Stelle der Produktdokumentation stehen, sind ebenfalls unbedingt zu beachten. In den vorliegenden Sicherheitshinweisen sind sämtliche von der Rohde & Schwarz Firmengruppe vertriebenen Waren unter dem Begriff „Produkt“ zusammengefasst, hierzu zählen u. a. Geräte, Anlagen sowie sämtliches Zubehör.

## Signalworte und ihre Bedeutung

| | |
|---|---|
| GEFAHR | kennzeichnet eine unmittelbare Gefährdung mit hohem Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge haben wird, wenn sie nicht vermieden wird. |
| WARNUNG | kennzeichnet eine mögliche Gefährdung mit mittlerem Risiko, die Tod oder (schwere) Körperverletzung zur Folge haben kann, wenn sie nicht vermieden wird. |
| VORSICHT | kennzeichnet eine Gefährdung mit geringem Risiko, die leichte oder mittlere Körperverletzungen zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird. |
| ACHTUNG | weist auf die Möglichkeit einer Fehlbedienung hin, bei der das Produkt Schaden nehmen kann. |
| HINWEIS | weist auf einen Umstand hin, der bei der Bedienung des Produkts beachtet werden sollte, jedoch nicht zu einer Beschädigung des Produkts führt. |

Diese Signalworte entsprechen der im europäischen Wirtschaftsraum üblichen Definition für zivile Anwendungen. Neben dieser Definition können in anderen Wirtschaftsräumen oder bei militärischen Anwendungen abweichende Definitionen existieren. Es ist daher darauf zu achten, dass die hier beschriebenen Signalworte stets nur in Verbindung mit der zugehörigen Produktdokumentation und nur in Verbindung mit dem zugehörigen Produkt verwendet werden. Die Verwendung von Signalworten in Zusammenhang mit nicht zugehörigen Produkten oder nicht zugehörigen Dokumentationen kann zu Fehlinterpretationen führen und damit zu Personen- oder Sachschäden beitragen.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

1. Das Produkt darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen und Betriebslagen ohne Behinderung der Belüftung betrieben werden.
   Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt für R&S-Produkte Folgendes:
   als vorgeschriebene Betriebslage grundsätzlich Gehäuseboden unten, IP-Schutzart 2X, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungskategorie 2, nur in Innenräumen verwenden, Betrieb bis 2000 m ü. NN, Transport bis 4500 m ü. NN.
   Falls im Datenblatt nicht anders angegeben gilt für die Nennspannung eine Toleranz von ±10%, für die Nennfrequenz eine Toleranz von ±5%.
2. Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten. Das Produkt darf nur von autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses vom Versorgungsnetz zu trennen. Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von R&S-autorisierten Elektrofachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen (Sichtprüfung, Schutzleitertest, Isolationswiderstand-, Ableitstrommessung, Funktionstest).

3. Wie bei allen industriell gefertigten Gütern kann die Verwendung von Stoffen, die Allergien hervorrufen, so genannte Allergene (z.B. Nickel), nicht generell ausgeschlossen werden. Sollten beim Umgang mit R&S-Produkten allergische Reaktionen, z.B. Hautausschlag, häufiges Niesen, Bindehautrötung oder Atembeschwerden auftreten, ist umgehend ein Arzt zur Ursachenklärung aufzusuchen.

4. Werden Produkte / Bauelemente über den bestimmungsgemäßen Betrieb hinaus mechanisch und/oder thermisch bearbeitet, können gefährliche Stoffe (schwermetallhaltige Stäube wie z.B. Blei, Beryllium, Nickel) freigesetzt werden. Die Zerlegung des Produkts, z.B. bei Entsorgung, darf daher nur von speziell geschultem Fachpersonal erfolgen. Unsachgemäßes Zerlegen kann Gesundheitsschäden hervorrufen. Die nationalen Vorschriften zur Entsorgung sind zu beachten.

5. Falls beim Umgang mit dem Produkt Gefahren- oder Betriebsstoffe entstehen, die speziell zu entsorgen sind, z.B. regelmäßig zu wechselnde Kühlmittel oder Motorenöle, sind die Sicherheitshinweise des Herstellers dieser Gefahren- oder Betriebsstoffe und die regional gültigen Entsorgungsvorschriften zu beachten. Beachten Sie ggf. auch die zugehörigen speziellen Sicherheitshinweise in der Produktbeschreibung

6. Bei bestimmten Produkten, z.B. HF-Funkanlagen, können funktionsbedingt erhöhte elektromagnetische Strahlungen auftreten. Unter Berücksichtigung der erhöhten Schutzwürdigkeit des ungeborenen Lebens sollten Schwangere durch geeignete Maßnahmen geschützt werden. Auch Träger von Herzschrittmachern können durch elektromagnetische Strahlungen gefährdet sein. Der Arbeitgeber/Betreiber ist verpflichtet, Arbeitsstätten, bei denen ein besonderes Risiko einer Strahlenexposition besteht, zu beurteilen und ggf. Gefahren abzuwenden.

7. Die Bedienung der Produkte erfordert spezielle Einweisung und hohe Konzentration während der Bedienung. Es muss sichergestellt sein, dass Personen, die die Produkte bedienen, bezüglich ihrer körperlichen, geistigen und seelischen Verfassung den Anforderungen gewachsen sind, da andernfalls Verletzungen oder Sachschäden nicht auszuschließen sind. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, geeignetes Personal für die Bedienung der Produkte auszuwählen.

8. Vor dem Einschalten des Produkts ist sicherzustellen, dass die am Produkt eingestellte Nennspannung und die Netznennspannung des Versorgungsnetzes übereinstimmen. Ist es erforderlich, die Spannungseinstellung zu ändern, so muss ggf. auch die dazu gehörige Netzsicherung des Produkts geändert werden.

9. Bei Produkten der Schutzklasse I mit beweglicher Netzzuleitung und Gerätesteckvorrichtung ist der Betrieb nur an Steckdosen mit Schutzkontakt und angeschlossenem Schutzleiter zulässig.

10. Jegliche absichtliche Unterbrechung des Schutzleiters, sowohl in der Zuleitung als auch am Produkt selbst, ist unzulässig. Es kann dazu führen, dass von dem Produkt die Gefahr eines elektrischen Schlags ausgeht. Bei Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Steckdosenleisten ist sicherzustellen, dass diese regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Zustand überprüft werden.

11. Ist das Produkt nicht mit einem Netzschalter zur Netztrennung ausgerüstet, so ist der Stecker des Anschlusskabels als Trennvorrichtung anzusehen. In diesen Fällen ist dafür zu sorgen, dass der Netzstecker jederzeit leicht erreichbar und gut zugänglich ist (entsprechend der Länge des Anschlusskabels, ca. 2m). Funktionsschalter oder elektronische Schalter sind zur Netztrennung nicht geeignet. Werden Produkte ohne Netzschalter in Gestelle oder Anlagen integriert, so ist die Trennvorrichtung auf Anlagenebene zu verlagern.

12. Benutzen Sie das Produkt niemals, wenn das Netzkabel beschädigt ist. Überprüfen Sie regelmäßig den einwandfreien Zustand der Netzkabel. Stellen Sie durch geeignete Schutzmaßnahmen und Verlegearten sicher, dass das Netzkabel nicht beschädigt werden kann und niemand z.B. durch Stolpern oder elektrischen Schlag zu Schaden kommen kann.

13. Der Betrieb ist nur an TN/TT Versorgungsnetzen gestattet, die mit höchstens 16 A abgesichert sind (höhere Absicherung nur nach Rücksprache mit der Rohde & Schwarz Firmengruppe).
14. Stecken Sie den Stecker nicht in verstaubte oder verschmutzte Steckdosen/-buchsen. Stecken Sie die Steckverbindung/-vorrichtung fest und vollständig in die dafür vorgesehenen Steckdosen/-buchsen. Missachtung dieser Maßnahmen kann zu Funken, Feuer und/oder Verletzungen führen.
15. Überlasten Sie keine Steckdosen, Verlängerungskabel oder Steckdosenleisten, dies kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen.
16. Bei Messungen in Stromkreisen mit Spannungen $U_{eff}$ > 30 V ist mit geeigneten Maßnahmen Vorsorge zu treffen, dass jegliche Gefährdung ausgeschlossen wird (z.B. geeignete Messmittel, Absicherung, Strombegrenzung, Schutztrennung, Isolierung usw.).
17. Bei Verbindungen mit informationstechnischen Geräten ist darauf zu achten, dass diese der IEC950/EN60950 entsprechen.
18. Sofern nicht ausdrücklich erlaubt, darf der Deckel oder ein Teil des Gehäuses niemals entfernt werden, wenn das Produkt betrieben wird. Dies macht elektrische Leitungen und Komponenten zugänglich und kann zu Verletzungen, Feuer oder Schaden am Produkt führen.
19. Wird ein Produkt ortsfest angeschlossen, ist die Verbindung zwischen dem Schutzleiteranschluss vor Ort und dem Geräteschutzleiter vor jeglicher anderer Verbindung herzustellen. Aufstellung und Anschluss darf nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen.
20. Bei ortsfesten Geräten ohne eingebaute Sicherung, Selbstschalter oder ähnliche Schutzeinrichtung muss der Versorgungskreis so abgesichert sein, dass Benutzer und Produkte ausreichend geschützt sind.
21. Stecken Sie keinerlei Gegenstände, die nicht dafür vorgesehen sind, in die Öffnungen des Gehäuses. Gießen Sie niemals irgendwelche Flüssigkeiten über oder in das Gehäuse. Dies kann Kurzschlüsse im Produkt und/oder elektrische Schläge, Feuer oder Verletzungen verursachen.
22. Stellen Sie durch geeigneten Überspannungsschutz sicher, dass keine Überspannung, z.B. durch Gewitter, an das Produkt gelangen kann. Andernfalls ist das bedienende Personal durch elektrischen Schlag gefährdet.
23. R&S-Produkte sind nicht gegen das Eindringen von Wasser geschützt, sofern nicht anderweitig spezifiziert, siehe auch Punkt 1. Wird dies nicht beachtet, besteht Gefahr durch elektrischen Schlag für den Benutzer oder Beschädigung des Produkts, was ebenfalls zur Gefährdung von Personen führen kann.
24. Benutzen Sie das Produkt nicht unter Bedingungen, bei denen Kondensation in oder am Produkt stattfinden könnte oder stattgefunden hat, z.B. wenn das Produkt von kalte in warme Umgebung bewegt wurde.
25. Verschließen Sie keine Schlitze und Öffnungen am Produkt, da diese für die Durchlüftung notwendig sind und eine Überhitzung des Produkts verhindern. Stellen Sie das Produkt nicht auf weiche Unterlagen wie z.B. Sofas oder Teppiche oder in ein geschlossenes Gehäuse, sofern dieses nicht gut durchlüftet ist.
26. Stellen Sie das Produkt nicht auf hitzeerzeugende Gerätschaften, z.B. Radiatoren und Heizlüfter. Die Temperatur der Umgebung darf nicht die im Datenblatt spezifizierte Maximaltemperatur überschreiten.
27. Batterien und Akkus dürfen keinen hohen Temperaturen oder Feuer ausgesetzt werden. Batterien und Akkus von Kindern fernhalten. Batterie und Akku nicht kurzschließen.
    Werden Batterien oder Akkus unsachgemäß ausgewechselt, besteht Explosionsgefahr (Warnung Lithiumzellen). Batterie oder Akku nur durch den entsprechenden R&S-Typ ersetzen (siehe Ersatzteilliste). Batterien und Akkus müssen wiederverwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Batterien und Akkus, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recyclingbestimmungen.

28. Beachten Sie, dass im Falle eines Brandes giftige Stoffe (Gase, Flüssigkeiten etc.) aus dem Produkt entweichen können, die Gesundheitsschäden verursachen können.
29. Das Produkt kann ein hohes Gewicht aufweisen. Bewegen Sie es vorsichtig, um Rücken- oder andere Körperschäden zu vermeiden.
30. Stellen Sie das Produkt nicht auf Oberflächen, Fahrzeuge, Ablagen oder Tische, die aus Gewichts- oder Stabilitätsgründen nicht dafür geeignet sind. Folgen Sie bei Aufbau und Befestigung des Produkts an Gegenständen oder Strukturen (z.B. Wände u. Regale) immer den Installationshinweisen des Herstellers.
31. Griffe an den Produkten sind eine Handhabungshilfe, die ausschließlich für Personen vorgesehen ist. Es ist daher nicht zulässig, Griffe zur Befestigung an bzw. auf Transportmitteln, z.B. Kränen, Gabelstaplern, Karren etc. zu verwenden. Es liegt in der Verantwortung des Benutzers, die Produkte sicher an bzw. auf Transportmitteln zu befestigen und die Sicherheitsvorschriften des Herstellers der Transportmittel zu beachten. Bei Nichtbeachtung können Personen- oder Sachschäden entstehen.
32. Falls Sie das Produkt in einem Fahrzeug nutzen, liegt es in der alleinigen Verantwortung des Fahrers, das Fahrzeug in sicherer Weise zu führen. Sichern Sie das Produkt im Fahrzeug ausreichend, um im Falle eines Unfalls Verletzungen oder Schäden anderer Art zu verhindern. Verwenden Sie das Produkt niemals in einem sich bewegenden Fahrzeug, wenn dies den Fahrzeugführer ablenken kann. Die Verantwortung für die Sicherheit des Fahrzeugs liegt stets beim Fahrzeugführer. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Unfälle oder Kollisionen.
33. Falls ein Laser-Produkt in ein R&S-Produkt integriert ist (z.B. CD/DVD-Laufwerk), nehmen Sie keine anderen Einstellungen oder Funktionen vor, als in der Produktdokumentation beschrieben. Andernfalls kann dies zu einer Gesundheitsgefährdung führen, da der Laserstrahl die Augen irreversibel schädigen kann. Versuchen Sie nie solche Produkte auseinander zu nehmen. Schauen Sie niemals in den Laserstrahl.

## Certified Quality System

# DIN EN ISO 9001 : 2000
# DIN EN 9100 : 2003
# DIN EN ISO 14001 : 1996

DQS REG. NO 001954 QM/ST UM

### QUALITÄTSZERTIFIKAT

*Sehr geehrter Kunde,*
Sie haben sich für den Kauf eines Rohde & Schwarz-Produktes entschieden. Hiermit erhalten Sie ein nach modernsten Fertigungsmethoden hergestelltes Produkt. Es wurde nach den Regeln unseres Managementsystems entwickelt, gefertigt und geprüft.
Das Rohde & Schwarz Managementsystem ist zertifiziert nach:

DIN EN ISO 9001:2000
DIN EN 9100:2003
DIN EN ISO 14001:1996

### CERTIFICATE OF QUALITY

*Dear Customer,*
you have decided to buy a Rohde & Schwarz product. You are thus assured of receiving a product that is manufactured using the most modern methods available. This product was developed, manufactured and tested in compliance with our quality management system standards.
The Rohde & Schwarz quality management system is certified according to:

DIN EN ISO 9001:2000
DIN EN 9100:2003
DIN EN ISO 14001:1996

### CERTIFICAT DE QUALITÉ

*Cher Client,*
vous avez choisi d'acheter un produit Rohde & Schwarz. Vous disposez donc d'un produit fabriqué d'après les méthodes les plus avancées. Le développement, la fabrication et les tests respectent nos normes de gestion qualité.
Le système de gestion qualité de Rohde & Schwarz a été homologué conformément aux normes:

DIN EN ISO 9001:2000
DIN EN 9100:2003
DIN EN ISO 14001:1996

ROHDE&SCHWARZ

CE

Zertifikat-Nr.: 2002-41

Hiermit wird bescheinigt, dass der/die/das:

| Gerätetyp | Materialnummer | Benennung |
|---|---|---|
| FSH3 | 1145.5850.03/.13/.23 | Handheld Spectrum Analyzer |
| FSH6 | 1145.5850.06/.26 | |
| FSH18 | 1145.5850.18 | |
| FSH-Z1 | 1155.4505.02 | Average Power Sensor |
| FSH-Z2 | 1145.5767.02 | VSWR Bridge and Power Driver |
| FSH-Z3 | 1300.7756.02 | VSWR Bridge |
| FSH-Z14 | 1120.6001.02 | Directional Power Sensor |
| FSH-Z18 | 1165.1909.02 | Average Power Sensor |
| FSH-Z21 | 1300.7579.02 | 12V Car Adapter |
| FSH-Z32 | 1145.5796.02 | Spare Batterie Pack |
| FSH-Z33 | 1145.5809.02 | Spare Power Supply |
| FSH-Z34 | 1145.5815.02 | Optical RS232 Interface Cable |
| FSH-Z37 | 1300.7733.02 | Optical USB Interface Cable |
| FSH-Z44 | 1165.2305.02 | Directional Power Sensor |

mit den Bestimmungen des Rates der Europäischen Union zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten

- betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (73/23/EWG geändert durch 93/68/EWG)
- über die elektromagnetische Verträglichkeit (89/336/EWG geändert durch 91/263/EWG, 92/31/EWG, 93/68/EWG)

übereinstimmt.

Die Übereinstimmung wird nachgewiesen durch die Einhaltung folgender Normen:

EN61010-1 : 2001
EN55011 : 1998 + A1 : 1999, Klasse B
EN61326 : 1997 + A1 : 1998 + A2 : 2001 + A3 : 2003

Bei der Beurteilung der elektromagnetischen Verträglichkeit wurden die Störaussendungsgrenzwerte für Geräte der Klasse B sowie die Störfestigkeit für Betrieb in industriellen Bereichen zugrunde gelegt.

Anbringung des CE-Zeichens ab: 2002

**ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG**
**Mühldorfstr. 15, D-81671 München**

München, den 14. November 2006

Zentrales Qualitätsmanagement MF-QZ / Radde

# Customer Support

## Technischer Support – wo und wann Sie ihn brauchen

Unser Customer Support Center bietet Ihnen schnelle, fachmännische Hilfe für die gesamte Produktpalette von Rohde & Schwarz an. Ein Team von hochqualifizierten Ingenieuren unterstützt Sie telefonisch und arbeitet mit Ihnen eine Lösung für Ihre Anfrage aus - egal, um welchen Aspekt der Bedienung, Programmierung oder Anwendung eines Rohde & Schwarz Produktes es sich handelt.

## Aktuelle Informationen und Upgrades

Um Ihr Rohde & Schwarz Produkt immer auf dem neuesten Stand zu halten, informieren Sie sich über unseren Newsletter unter

http://www.rohde-schwarz.com/www/response.nsf/newsletterpreselection.

Oder fordern Sie die gewünschten Informationen und Upgrades per E-Mail bei Ihrem Customer Support Center an (Adressen siehe unten).

## Feedback

Lassen Sie uns wissen, ob Sie mit uns zufrieden sind. Bitte senden Sie Ihre Kommentare und Anregungen an CustomerSupport.Feedback@rohde-schwarz.com.

---


## USA & Kanada

Montag - Freitag (außer US-Feiertage)
8:00 – 20:00 Eastern Standard Time (EST)

| | |
|---|---|
| Tel. USA | 888-test-rsa (888-837-8772) (opt 2) |
| Von außerhalb USA | +1 410 910 7800 (opt 2) |
| Fax | +1 410 910 7801 |
| E-Mail | Customer.Support@rsa.rohde-schwarz.com |

## Ostasien

Montag - Freitag (außer an Feiertagen in Singapur)
08:30 – 18:00 Singapore Time (SGT)

| | |
|---|---|
| Tel. | +65 6 513 0488 |
| Fax | +65 6 846 1090 |
| E-Mail | Customersupport.asia@rohde-schwarz.com |

## Alle anderen Länder

Montag - Freitag (außer deutsche Feiertage)
08:00 – 17:00 Mitteleuropäische Zeit (MEZ)

| | |
|---|---|
| Tel. Europa | +49 (0) 180 512 42 42 |
| Von außerhalb Europa | +49 89 4129 13776 |
| Fax | +49 (0) 89 41 29 637 78 |
| E-Mail | CustomerSupport@rohde-schwarz.com |


ROHDE&SCHWARZ

1171.0200.21-01.00

# Rohde & Schwarz Adressen

## Firmensitz, Werke und Tochterunternehmen

### Firmensitz


ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühldorfstraße 15 · D-81671 München
P.O.Box 80 14 69 · D-81614 München
Phone +49 (89) 41 29-0
Fax +49 (89) 41 29-121 64
info.rs@rohde-schwarz.com


### Werke


ROHDE&SCHWARZ Messgerätebau GmbH
Riedbachstraße 58 · D-87700 Memmingen
P.O.Box 16 52 · D-87686 Memmingen
Phone +49 (83 31) 1 08-0
+49 (83 31) 1 08-1124
info.rsmb@rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co. KG
Werk Teisnach
Kaikenrieder Straße 27 · D-94244 Teisnach
P.O.Box 11 49 · D-94240 Teisnach
Phone +49 (99 23) 8 50-0
Fax +49 (99 23) 8 50-174
info.rsdts@rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ závod
Vimperk, s.r.o.
Location Spidrova 49
CZ-38501 Vimperk
Phone +420 (388) 45 21 09
Fax +420 (388) 45 21 13

ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co. KG
Dienstleistungszentrum Köln
Graf-Zeppelin-Straße 18 · D-51147 Köln
P.O.Box 98 02 60 · D-51130 Köln
Phone +49 (22 03) 49-0
Fax +49 (22 03) 49 51-229
info.rsdc@rohde-schwarz.com
service.rsdc@rohde-schwarz.com


### Tochterunternehmen


R&S BICK Mobilfunk GmbH
Fritz-Hahne-Str. 7 · D-31848 Bad Münder
P.O.Box 20 02 · D-31844 Bad Münder
Phone +49 (50 42) 9 98-0
Fax +49 (50 42) 9 98-105
info.bick@rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ FTK GmbH
Wendenschloßstraße 168, Haus 28
D-12557 Berlin
Phone +49 (30) 658 91-122
Fax +49 (30) 655 50-221
info.ftk@rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ SIT GmbH
Am Studio 3
D-12489 Berlin
Phone +49 (30) 658 84-0
Fax +49 (30) 658 84-183
info.sit@rohde-schwarz.com

R&S Systems GmbH
Graf-Zeppelin-Straße 18
D-51147 Köln
Phone +49 (22 03) 49-5 23 25
Fax +49 (22 03) 49-5 23 36
info.rssys@rohde-schwarz.com

GEDIS GmbH
Sophienblatt 100
D-24114 Kiel
Phone +49 (431) 600 51-0
Fax +49 (431) 600 51-11
sales@gedis-online.de

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Phone +49 (61 82) 800-0
Fax +49 (61 82) 800-100
info@hameg.de


## Weltweite Niederlassungen

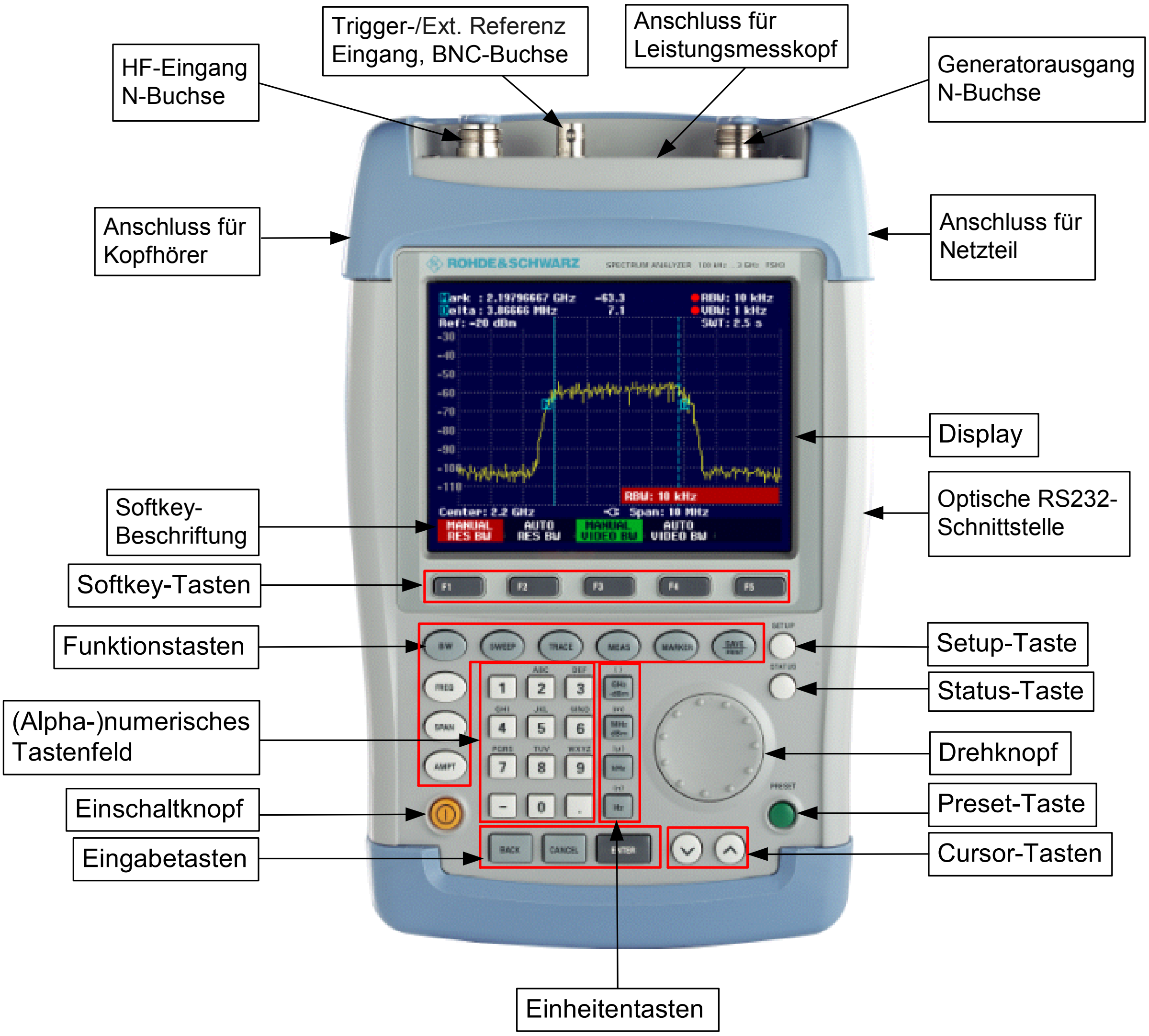
**Auf unserer Homepage finden Sie: www.rohde-schwarz.com**

- Vertriebsadressen
- Serviceadressen
- Nationale Webseiten

1171.0200.41-02.00

# 1 Inbetriebnahme

## Frontansicht



# Inbetriebnahme

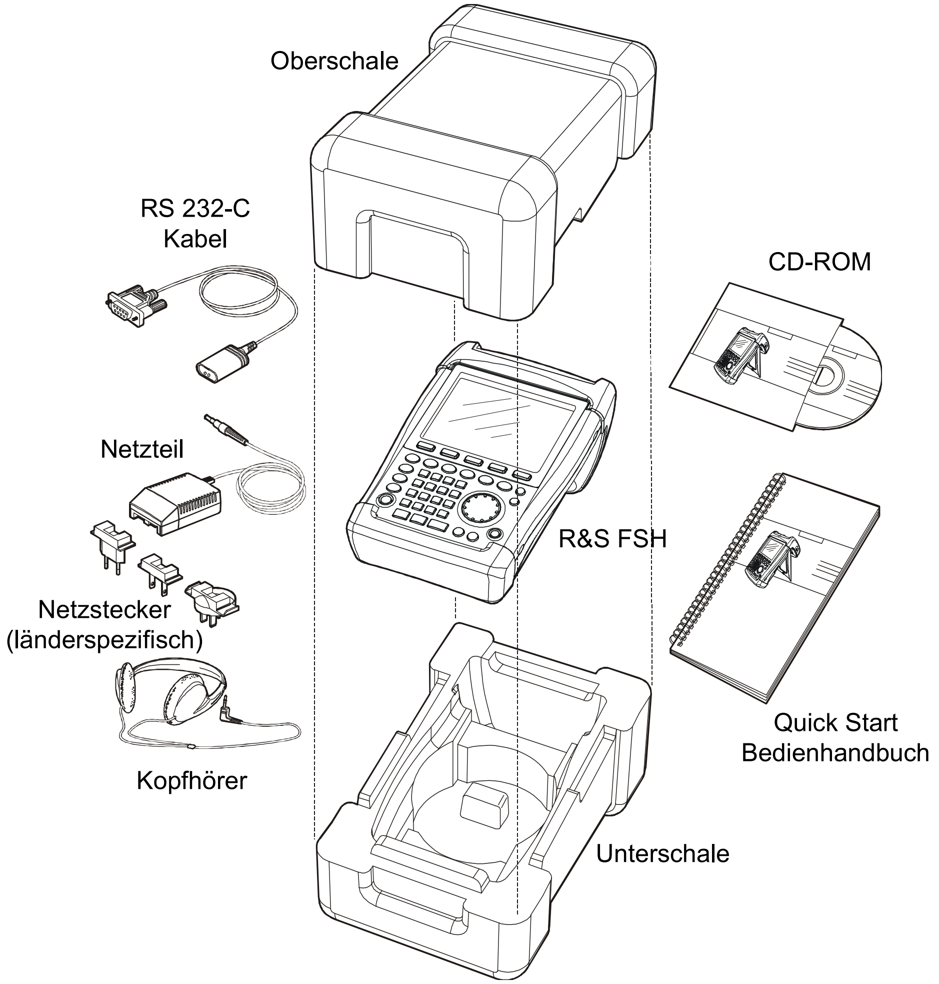
Der folgende Abschnitt beschreibt die Inbetriebnahme des Gerätes sowie den Anschluss externer Geräte, wie z.B. Drucker.

Kapitel 2 erklärt die Bedienung des Gerätes anhand einfacher Messbeispiele.

## Auspacken des Gerätes

Der R&S FSH wird in einer formschlüssigen Verpackung bestehend aus einer Ober- und einer Unterschale ausgeliefert. Die beiden Schalen sind durch eine Banderole um die Verpackung zusammengehalten. In der Verpackung ist sämtliches mitgeliefertes Zubehör enthalten.

➢ Zum Auspacken des Gerätes die Banderole öffnen.




➢ Den R&S FSH und das Zubehör herausnehmen.

➢ Die Folie zum Schutz des Bildschirms abnehmen.

*Hinweis:* *Mit jedem R&S FSH wird ein individuell auf das Gerät bezogener Master-PIN-Code mitgeliefert). Dieser sollte an einer sicheren Stelle aufbewahrt werden. Bei Verwendung eines PIN-Codes kann das Gerät nach dreimaliger falscher Eingabe desselben nur mehr mit dem Master-PIN-Code wieder betriebsfähig gemacht werden.*

## Aufstellen des Gerätes

Der Handheld-Spektrumanalysator R&S FSH ist sowohl für den Betrieb in Laborumgebung als auch für den Einsatz vor Ort bei Service und Instandhaltung konzipiert.

Je nach Einsatzbedingung kann das Gerät optimal für die Bedienung und den Ablesewinkel des Displays aufgestellt werden.



Bei Verwendung als Tischgerät wird der R&S FSH entweder flach auf den Tisch gelegt oder bietet mit dem aufklappbaren Aufstellfuß an der Rückseite einen optimalen Ablesewinkel von vorne.

Bei Bedienung von oben wird der R&S FSH flach auf die Arbeitsfläche gelegt. Durch den nach hinten abstehenden Handgriff erhält der R&S FSH eine leicht schräge Stellung für optimalen Ablesewinkel des Displays.

Bei Betrieb am Arbeitstisch ist zu empfehlen den Stellfuß an der Rückwand auszuklappen, so dass das Gerät von vorne gut bedienbar ist und das Display gut ablesbar ist (siehe Bild).

Beim Messen vor Ort für Installation und Service empfiehlt es sich, das Gerät mit beiden Händen zu halten. Alle Bedienelemente sind leicht, z.B. mit dem Daumen erreichbar. Um beide Hände frei für Arbeiten am Messobjekt zu haben, ist die Verwendung der Tragetasche R&S FSH-Z25 zu empfehlen. Der R&S FSH kann auf die geöffnete Tasche in die dafür vorgesehene Schlaufe gelegt werden.

Zur Befestigung des Gerätes wird der Tragegriff mit dem Kreppband an der Vorderseite der Tragetasche an die Tasche gebunden.

Der Tragegriff an der Oberseite des R&S FSH kann auch verwendet werden, um das Gerät z.B. an die Türe eines Schranks zu hängen. Durch die Formgebung des Griffs ist sichergestellt, dass das Gerät nicht herunterfällt.

## Einschalten des Spektrumanalysators

Der R&S FSH kann mit dem mitgelieferten Netzteil oder aus der internen Batterie betrieben werden. Der eingebaute Nickel-Metallhydrid-Akku erlaubt im vollgeladenen Zustand eine Betriebszeit von ca. 4 Stunden. Bei Auslieferung kann die Batterie des R&S FSH leer sein. Sie muss daher für Batteriebetrieb erst aufgeladen werden. Die Ladezeit bei ausgeschaltetem Gerät beträgt etwa 4 h.

Bei Netzbetrieb lädt der R&S FSH zugleich die interne Batterie.

Der Klinkenstecker des Netzteils ist in die Buchse POWER ADAPTER an der rechten Seite des Tragegriffs zu stecken, bis er einrastet. Anschließend ist das Netzteil mit der Netzsteckdose zu verbinden. Die zugelassene Versorgungsspannung für das Netzteil ist 100 V bis 240 V.

***Achtung!*** *Nur das mitgelieferte Netzteil R&S FSH-Z33 darf für den Betrieb oder zur Ladung der Batterie vom Netz verwendet werden.*

*Vor der Benutzung sicherstellen, dass die Netzspannung der auf dem Netzteil angegebenen Spannung entspricht. Vor Einstecken in die Netzdose den geeigneten Adapter am Netzteil anbringen.*

Bei Betrieb unterwegs kann die Batterie mit dem KFZ-Adapter R&S FSH-Z21 an der Zigarettenanzünderbuchse von Kraftfahrzeugen geladen werden.

***Achtung!*** *Der Betrieb des R&S FSH über die Zigarettenanzünderbuchse während der Fahrt oder bei eingeschaltetem Motor ist nicht gestattet. Der R&S FSH muss in dieser Betriebsart ausgeschaltet sein.*

*Während die Batterie des R&S FSH über den Adapter R&S FSH-Z21 mit der Artikelnummer 1145.5873.02 geladen wird, darf dieser keinesfalls mit der Masse des Fahrzeugs verbunden werden (zum Beispiel über die HF-Buchse). Dies gilt nicht für Adapter R&S FSH-Z21 neuer Bauart mit der Artikelnummer 1300.7579.02.*

Zum Einschalten des R&S FSH die gelbe Taste unten links an der Frontplatte drücken.

Als Hinweis, dass er vom Netz versorgt wird, zeigt der R&S FSH ein Steckersymbol in der Mitte über den Softkeybeschriftungen an.




Nach dem Einschalten befindet sich der R&S FSH in der Einstellung, in der er ausgeschaltet wurde.

*Hinweise:* *Wenn die interne Batterie völlig entleert ist, kann der R&S FSH nicht eingeschaltet werden, obwohl er mit dem Netzteil aus dem Netz versorgt wird. In diesem Fall muss die interne Batterie erst einige Zeit bei ausgeschaltetem Gerät geladen werden. Erst dann kann das Gerät eingeschaltet werden.*

# Anschlüsse des Spektrumanalysators

Der R&S FSH verfügt über folgende Anschlüsse:

**HF-Eingang (RF Input)**
Der HF-Eingang ist über ein Kabel mit N-Stecker an das Messobjekt anzuschließen. Dabei ist darauf zu achten, dass er nicht überlastet wird.

Die maximale zugelassene Dauerleistung am HF-Eingang ist 20 dBm (100 mW). Für maximal 3 Minuten kann er mit bis zu 30 dBm (1 Watt) belastet werden. Eine längere Belastung mit 1 Watt heizt das Gerät zu sehr auf, so dass es zerstört werden kann.

***Achtung!*** *Der HF-Eingang ist wechselspannungsgekoppelt. Es darf aber die am Gehäuse angegebene Eingangsgleichspannung keinesfalls überschritten werden, da sonst der Koppelkondensator am Eingang zerstört werden kann mit der Folge, dass auch die HF-Eichleitung oder der Eingangsmischer zerstört wird. Gegen statische Entladung und Pulsspannungen ist der HF-Eingang aus einer Kombination von Begrenzerschaltung und Hochspannungsableiter geschützt.*

**Eingang für Externen Trigger oder externe Referenz(EXT TRIG/EXT REF)**
Über die BNC-Buchse EXT TRIG/EXT REF wird entweder ein externes Triggersignal zum Start einer Messung oder ein 10 MHz Referenzsignal zur Frequenzsynchronisation zugeführt. Die Triggerschwelle ist an die Triggerschwelle von TTL-Signalen angelehnt. Der Pegel für das Referenzsignal muss größer als 10 dBm sein. Die Umschaltung zwischen externem Trigger- und Referenzeingang erfolgt über die Taste SETUP.

**DC-Anschluss zur Versorgung aus dem externen Netzteil** (an der rechten Seite des Tragegriffs).
Über den DC-Anschluss wird der R&S FSH vom AC/DC-Wandlernetzteil mit Strom versorgt und die interne Batterie des R&S FSH geladen. Die Eingangsspannung für den Betrieb des Gerätes muss zwischen 15 und 20 V betragen. Die Leistungsaufnahme ist dabei ca. 7 W.

Die Batterie kann auch aus der Zigarettenanzünderbuchse eines Kraftfahrzeugs geladen werden. Der notwendige Adapter ist als Zubehör zum R&S FSH erhältlich (R&S FSH-Z21, Bestell Nr. 1145.5873.02).

***Achtung!*** *Während die Batterie des R&S FSH über den Adapter R&S FSH-Z21 geladen wird, darf dieser keinesfalls mit der Masse des Fahrzeugs verbunden werden (zum Beispiel über die HF-Buchse des R&S FSH oder des Leistungsmesskopfs).*

**Kopfhöreranschluss** (an der linken Seite des Tragegriffs).
Für den Kopfhörer ist eine 3,5 mm-Klinkenbuchse vorgesehen. Der Innenwiderstand des Anschlusses beträgt ca. 10 Ohm.

**Optische RS-232-C-Schnittstelle**
(auf der rechten Seite des R&S FSH, zugänglich nach Aufklappen des Aufstellfußes).
Zum Anschluss eines Druckers oder eines PCs über RS-232-C ist die optische RS-232-C-Schnittstelle vorgesehen. Zum Anschluss dient das optische RS-232-C-Verbindungskabel R&S FSH-Z34 oder das optische USB-Verbindungskabel R&S FSH-Z37. Ab folgenden R&S FSH-Seriennummern ist anstelle des R&S FSH-Z34 das R&S FSH-Z37 USB-Verbindungskabel im Lieferumfang enthalten:

| **Modell** | **Ser. Nr.** |
|---|---|
| R&S FSH 3 (1145.5850.03) | 103001 |
| R&S FSH 3 (1145.5850.13) | 103501 |
| R&S FSH 3 (1145.5850.23) | 102501 |
| R&S FSH 6 (1145.5850.06) | 101001 |
| R&S FSH 6 (1145.5850.26) | 101501 |
| R&S FSH 18 (1145.5850.18) | alle |

Bei der Verwendung des USB-Verbindungskabels R&S FSH-Z37 ist es notwendig einen Softwaretreiber auf dem PC zu Installieren. Der Treiber sowie die Installationsanleitung befinden sich auf der im Lieferumfang enthaltenen CDROM.

**Wichtiger Hinweis:** Bei der Verwendung eines PCs mit einem Intel® Prozessor mit HT-Technologie und Microsoft® Windows XP kann unter Verwendung des USB-Verbindungskabels ohne die Beschriftung Rev. II keine Verbindung mit dem R&S FSH aufgebaut werden solange die Hyper-Threading-Funktion aktiv ist.
Um dennoch das USB-Verbindungskabel verwenden zu können, muss die HT-Funktion ausgeschaltet werden. Dazu folgendermaßen vorgehen: Unter *START* den Befehl *Ausführen…* auswählen und unter *öffnen* msconfig eingeben. Anschließend den Reiter BOOT.INI auswählen und unter erweiterte Funktionen /NUMPROC=1 eintragen.

Ab folgenden Seriennummern wird der R&S FSH mit einem neuen USB-Kabel mit dem Aufdruck Rev. II ausgeliefert. Dieses Adapterkabel enthält einen USB-Chipsatz neuester Generation und erfordert nicht, wie oben beschrieben die Deaktivierung der Hyper-Threading-Funktion. Bei Verwendung von Intel® Dual Core-Prozessoren ist auf jeden Fall ein Kabel mit dem Aufdruck Rev. II notwendig.

| Modell | Ser.Nr. |
|---|---|
| R&S FSH 3 (1145.5850.03) | 104374 |
| R&S FSH 3 (1145.5850.13) | 103864 |
| R&S FSH 3 (1145.5850.23) | 103927 |
| R&S FSH 6 (1145.5850.06) | 101738 |
| R&S FSH 6 (1145.5850.26) | 102595 |
| R&S FSH 18 (1145.5850.18) | alle |

Die optische Verbindung verhindert eine evtl. Beeinflussung der Messung durch Störungen von angeschlossenen Geräten.

Für Drucker mit Parallelschnittstelle ist der Seriell-Parallel-Konverter R&S FSH-Z22 zu verwenden. Drucker mit USB Schnittstelle können nicht direkt an den R&S FSH angeschlossen werden.

**Anschluss für den Leistungsmesskopf (Power Sensor)**

Der Anschluss ist speziell für R&S Leistungsmessköpfe konfiguriert. Er dient sowohl der Spannungsversorgung als auch der Datenübertragung über die Schnittstelle der Leistungsmessköpfe. Bei Verwendung des R&S FSH-Z2 (VSWR-Messbrücke und Leistungsteiler) dient der Anschluss zu deren Steuerung.

**Ausgang des Mitlaufgenerators**
**(Gen Output, nur Modelle 1145.5850.13, 1145.5850.23 und 1145.5850.26)**

Der Ausgang des Mitlaufgenerators ist über einen N-Stecker mit dem Messobjekt zu verbinden. Der Ausgangspegel beträgt nominal -20 dBm (100 µW). Beim R&S FSH3-Modell 1145.5850.23 ist der Pegel umschaltbar zwischen -20 dBm und 0 dBm (1 mW). Das R&S FSH6 Modell 1145.5850.26 liefert bis 3 GHz –10 dBm und über 3 GHz –20 dBm Ausgangspegel. Ab Serien Nummer 100500 kann beim R&S FSH6 Modell 1145.5850.26 der Ausgangspegel mit einem Stufenteiler in 1-dB-Schritten um bis zu 20 dB abgesenkt werden.

***Achtung!***



*Der Ausgang ist wechselspannungsgekoppelt, so dass eine rückwärts eingespeiste Spannung bis zu der am Gehäuse des R&S FSH angegebenen Spannung möglich ist. Diese darf keinesfalls überschritten werden, da sonst der Ausgang zerstört werden kann.*

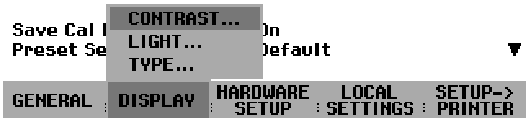
# Einstellung des Bildschirms

Der Bildschirm des R&S FSH ist ein transflektives, passives LCD-Farbdisplay. Dessen Helligkeit ist in Innenräumen von der Stärke der rückwärtigen Beleuchtung abhängig. Bei starker Lichteinstrahlung unterstützt das Umgebungslicht dessen Ablesbarkeit. Der Ablesewinkel kann mit der Kontrasteinstellung optimiert werden. Für maximalen Kontrast steht eine Umschaltung des Bildschirms von Farbdarstellung auf Schwarz-Weiß-Darstellung zur Verfügung.

Für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Betriebsdauer im Batteriebetrieb und Qualität der Bilschirmanzeige ist zu empfehlen, die Hintergrundbeleuchtung nur so hell einzustellen wie notwendig.

### Einstellung der Helligkeit

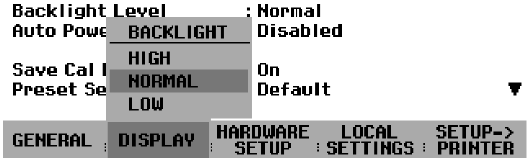
- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey DISPLAY drücken.




Das Untermenü mit den Einstellungen für den Kontrast, die Beleuchtung und die Farbeinstellung öffnet sich.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten LIGHT... auswählen und die Auswahl durch nochmaliges Drücken des Softkeys DISPLAY oder mit der ENTER-Taste abschließen.

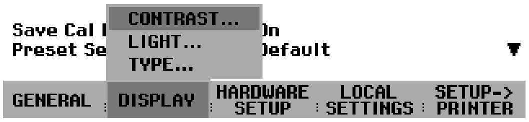
Das Untermenü BACKLIGHT für die Beleuchtungseinstellung öffnet sich. Sie ist auf hoch (HIGH), mittel (NORMAL) und niedrig (LOW) einstellbar.




- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Einstellung auswählen und die Auswahl durch Betätigen des Softkeys DISPLAY oder mit der ENTER-Taste übernehmen.

### Einstellung des Kontrastes

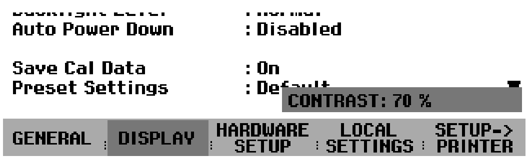
- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey DISPLAY drücken.




Das Untermenü mit den Einstellungen für den Kontrast, die Beleuchtung und die Farbeinstellung öffnet sich.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten CONTRAST... auswählen und die Auswahl durch nochmaliges Drücken des Softkeys DISPLAY oder mit der ENTER-Taste abschließen.

Das Werteingabefeld für den Kontrast öffnet sich.



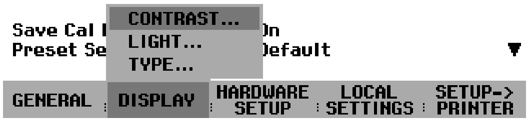

- Mit dem Drehrad den Kontrast verändern bis die Ablesbarkeit des Bildschirms optimal ist.

Der Kontrast sollte unter dem gleichen Blickwinkel zum Gerät eingestellt werden, der dem Einsatz entspricht.

- Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken auf den Softkey DISPLAY abschließen.

Der R&S FSH zeigt die Einstellung in der Zeile "Display Contrast" in der Übersicht der Setup-Einstellungen an.

**Einstellung der Bildschirmfarbe**

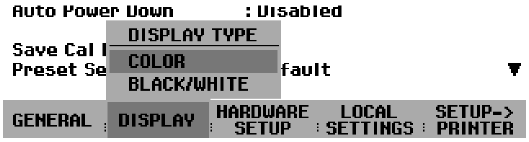



➢ Die Taste SETUP drücken.

➢ Den Softkey DISPLAY drücken.

Das Untermenü mit den Einstellungen für den Kontrast, die Beleuchtung und die Farbeinstellung öffnet sich.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten TYPE... auswählen und die Auswahl durch nochmaliges Drücken des Softkeys DISPLAY oder mit der ENTER-Taste abschließen.




➢ Im aufgeklappten Untermenü COLOR (farbige Bildschirmdarstellung) oder BLACK/WHITE (Schwarz-Weiß-Darstellung) auswählen.

➢ Die Auswahl durch nochmaliges Drücken der Softkeytaste DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH schaltet auf die gewählte Farbeinstellung um.

# Länderspezifische Einstellungen

Je nach Region bietet der R&S FSH verschiedene Sprachen für Textausgaben an. Die Bezeichnung der Softkeys bleibt immer in Englisch. Die Grundeinstellung (Auslieferzustand) ist ebenfalls englisch.

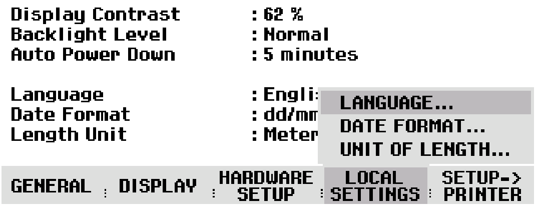
**Bedienung**

➢ Die Taste Setup drücken.

Der R&S FSH zeigt alle Voreinstellungen an. In den letzten zwei Zeilen sind die aktuelle Sprache und das Datumsformat angegeben.

➢ Den Softkey LOCAL SETTINGS drücken.

Es öffnet sich ein Untermenü mit den Einträgen LANGUAGE..., DATE FORMAT... und UNIT OF LENGTH... . Mit diesen Menüs ist die Eingabe einer landesspezifischen Sprache, des Datumsformats oder der vom R&S FSH verwendeten Längeneinheit möglich.




➢ Den Menüpunkt LANGUAGE... mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys LOCAL SETTINGS abschließen.

Die verfügbaren Sprachen erscheinen in einem Menüfenster. Die gewählte Sprache ist rot hinterlegt.

➢ Die gewünschte Sprache mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten auswählen und mit der ENTER-Taste bestätigen.




➢ Den Menüpunkt DATE FORMAT... mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten auswählen und die Auswahl mit der Taste ENTER oder durch nochmaliges Betätigen des Softkeys LOCAL SETTINGS abschließen.

➢ Das gewünschte Datumsformat (dd/mm/yyyy oder mm/dd/yyyy) mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten auswählen und mit der Taste ENTER abschließen.

➢ Den Menüpunkt UNIT OF LENGTH... mit dem Drehrad oder den Cursortasten auswählen und die Auswahl mit der Taste ENTER oder durch nochmaliges Drücken des Sofkeys LOCAL SETTINGS abschließen.

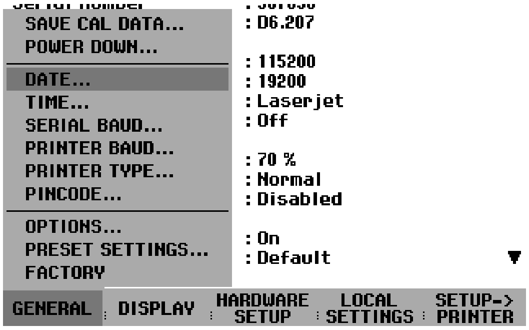
➢ Die gewünschte Längeneinheit (METER oder FEET) mit dem Drehrad oder den Cursortasten auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

*Anmerkung: Die Längeneinheit ist nur relevant bei der Kabelfehlstellenmessung zur Anzeige des Abstandes der Fehlstelle von der Messebene.*

# Einstellung von Datum und Uhrzeit

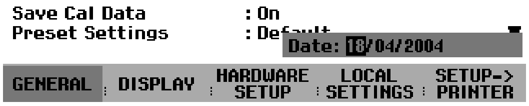
Der R&S FSH verfügt über eine interne Uhr, die z.B. Ausgaben auf einen Drucker oder abgespeicherte Datensätze mit einem Datums- und Zeitstempel versieht. Das Datum und die Uhrzeit können durch den Benutzer neu eingestellt werden.

## Einstellung des Datums




- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Den Softkey GENERAL drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt DATE... auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Im rot hinterlegten Werteingabefeld über der Softkeyleiste erscheint das aktuell eingestellte Datum im gewählten Format (dd/mm/yyyy oder mm/dd/yyyy). Das zur Eingabe aktive Feld ist weiß hinterlegt.

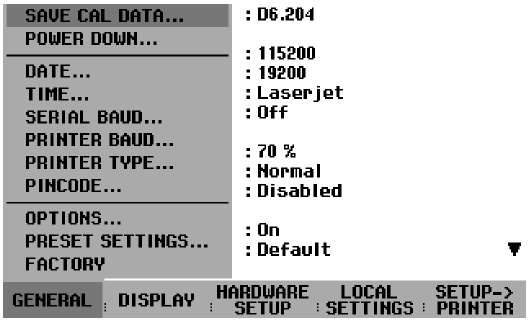



- ➢ Je nach Datumsformat den Tag (dd) oder das Monat (mm) mit dem Drehknopf, den Cursor-Tasten oder durch numerische Eingabe ändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Nach der Eingabe springt der Eingabe-Cursor auf das zweite Feld im Datum (Tag oder Monat je nach Datumsformat). Bei den folgenden zwei Feldern ist wie beim ersten Feld zu verfahren.

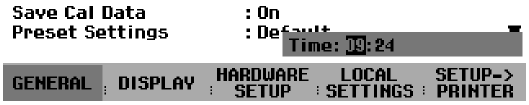
Nach der Eingabe des letzten Blocks überprüft der R&S FSH die Gültigkeit des eingegebenen Datums. Ist das Datum kein gültiges Datum, stellt er das nächste gültige Datum ein.

## Einstellen der Uhrzeit




- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Den Softkey GENERAL drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt TIME... auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Im rot hinterlegten Werteingabefeld über der Softkeyleiste erscheint die aktuell eingestellte Zeit im Format "Stunden:Minuten". Die Stundenanzeige ist zur Eingabe eines neuen Werts weiß hinterlegt.




- ➢ Die Stunden mit dem Drehknopf, den Cursor-Tasten oder durch numerische Eingabe ändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Nach der Eingabe springt der Eingabe-Cursor auf die Minutenanzeige. Die Eingabe erfolgt wie bei der Stundenanzeige.
Nach der Eingabe der Minuten überprüft der R&S FSH die Gültigkeit der eingegebenen Uhrzeit. Ist die Uhrzeit keine gültige Uhrzeit, stellt er die nächstgültige Uhrzeit ein.

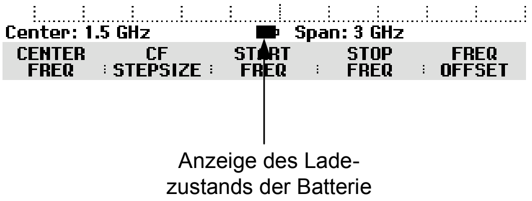
# Laden der Batterie

Der R&S FSH ist mit einer Nickel-Metallhydrid-Batterie ausgerüstet. Bei vollgeladener Batterie und Raumtemperatur beträgt die Betriebszeit ca. 4 Stunden.

*Hinweis: Bei Werksauslieferung des R&S FSH ist die Batterie nicht geladen. Sie muss daher bei Anlieferung geladen werden.*

Bei Lagerung über längere Zeit nimmt die Batterieladung aufgrund der Selbstentladung ab. Sie sollte daher vor einem längeren Einsatz ohne Netzanschluss aufgeladen werden.

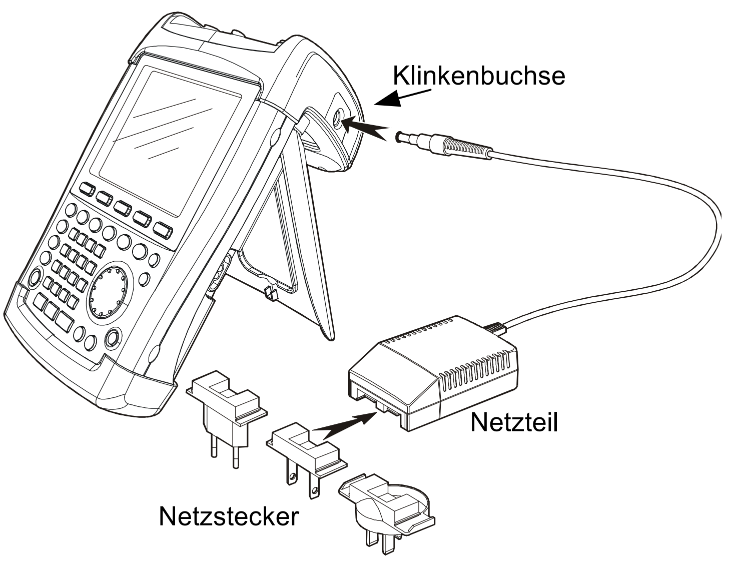
Der Ladezustand der Batterie wird oberhalb der Softkeyleiste in der Mitte des Bildschirms dargestellt. Bei voller Batterie ist das Batteriesymbol weiß ausgefüllt. Bei Entleerung der Batterie nimmt die Füllstandsanzeige in 5 Stufen ab und ist bei leerer Batterie innen leer.




Das Laden der Batterie erfolgt über das mitgelieferte Netzteil.

Dieses wird an der Klinkenbuchse auf der rechten Seite des Tragegriffs angeschlossen.

Bei Bedarf ist das Netzteil mit dem landesspezifischen Stecker auszurüsten. Dazu ist der Stecker vom Netzteil nach vorne abzuziehen und der passende auf das Netzteil fest aufzustecken.

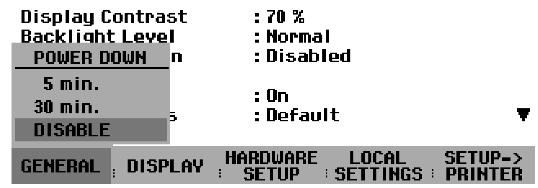



Für eine schnelle Aufladung der Batterie ist dringend zu empfehlen das Gerät während des Ladevorgangs auszuschalten. Die Ladezeit beträgt etwa 7 Stunden. Nach 4 Stunden ist die Batterie zu ca. 80% geladen.

Bei eingeschaltetem Gerät ist der Ladestrom um die Stromaufnahme des R&S FSH reduziert. Die Ladung der Batterie ist dabei nicht gewährleistet.
Um die Betriebszeit mit einer Batterieladung zu verlängern, verfügt der R&S FSH über eine automatische Abschaltung der Versorgung nach einer wählbaren Zeit (5 oder 30 Minuten) nach der letztmaligen Bedieneingabe (Power Down Mode).

In der Grundeinstellung ist die Abschaltung deaktiviert.

Die automatische Abschaltung wird wie folgt eingestellt:




- ➢ Die Taste SETUP drücken.

Die Einstellung für die automatische Abschaltung ist der Zeile "Auto Power Down" zu entnehmen. Die Grundeinstellung ist "Disabled" (= ausgeschaltet).

- ➢ Den Softkey GENERAL drücken.
- ➢ Den Menüpunkt POWER DOWN auswählen.

Der R&S FSH öffnet eine Auswahlbox zur Einstellung der Zeit für die automatische Abschaltung nach der letztmaligen Bedienung. In der Grundeinstellung ist DISABLE rot hinterlegt, d.h. die automatische Abschaltung ist ausgeschaltet.

Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Einstellung auswählen und mit der ENTER-Taste bestätigen.

# Wahl der Gerätegrundeinstellung

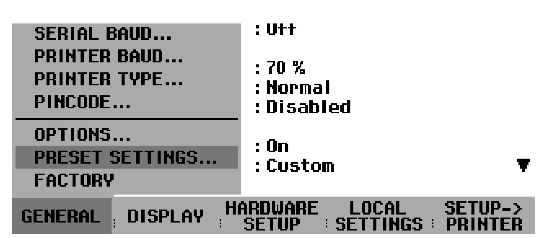
Mit der Taste PRESET nimmt der R&S FSH die Grundeinstellung an. Damit kann ausgehend von definierten Messparametern eine neue Konfiguration eingegeben werden, ohne dass ein Parameter aus einer vorhergehenden Einstellung unbeabsichtigt noch aktiv ist.

- ➢ Die Taste PRESET drücken.

Der R&S FSH nimmt die Grundeinstellung an. Der Frequenzdarstellbereich ist dabei abhängig vom Modell. Beim R&S FSH3 ist er 3 GHz, beim R&S FSH6 6 GHz und beim R&S FSH18 18 GHz.

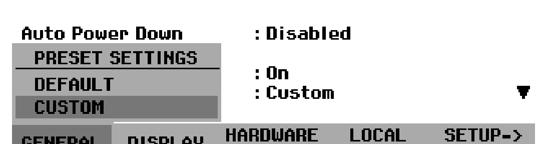
Falls bestimmte Einstellparameter für die Anwendung abweichend von der Grundeinstellung immer gleich sein sollen, kann auch eine benutzerdefinierte Grundeinstellung gewählt werden, die dann mit der Taste PRESET automatisch angenommen wird. Dies ist zum Beispiel nützlich, wenn die Messung immer mit einem 75-Ω-Anpassglied erfolgt. Der R&S FSH wählt dann in einer vorher zu definierenden benutzerspezifischen Grundeinstellung immer 75 Ω als Eingangsimpedanz, wenn die Taste PRESET gedrückt wird. Die benutzerdefinierte Grundeinstellung wird durch manuelle Eingabe der gewünschten Einstellparameter und Speicherung der Einstellung als Datensatz erzeugt. Dieser Datensatz kann anschließend mit Hilfe der Software FSH VIEW als Preset-Einstellung deklariert werden.

Der als Preset-Einstellung deklarierte Datensatz wird wie folgt zur Grundeinstellung des R&S FSH gemacht:




- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Den Softkey GENERAL drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt PRESET SETTINGS auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey GENERAL bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü zur Auswahl der Grundeinstellung. Als Auswahl stehen DEFAULT oder CUSTOM zur Verfügung.




- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt CUSTOM auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey GENERAL bestätigen.

Der R&S FSH verwendet nun als Preset-Einstellung die im Datensatz für die Grundeinstellung definierten Einstellparameter.
Falls keine benutzerspezifische Grundeinstellung definiert ist, ist der Menüpunkt CUSTOM inaktiv und ist nicht auswählbar.
Der als Nutzergrundeinstellung definierte Datensatz kann über die Recall-Funktion des R&S FSH eingesehen werden.

➢ Die Taste SAVE/PRINT drücken.

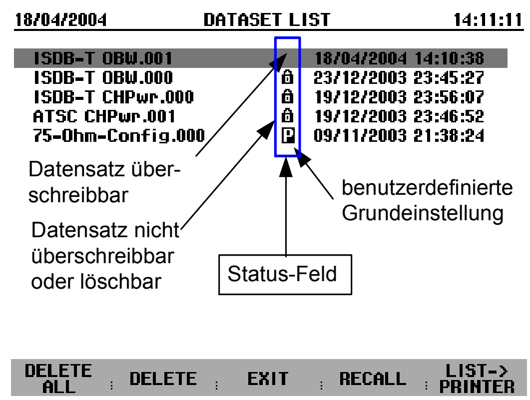
➢ Des Softkey RECALL drücken.

Der R&S FSH zeigt alle gespeicherten Datensätze an. Im Statusfeld ist der Zustand des jeweiligen Datensatz gekennzeichnet:

P: Preset-Einstellung

: Datensatz gesperrt

Wenn kein Datensatz in R&S FSH gespeichert ist, gibt der R&S FSH anstatt der Liste der Datensätze die Meldung „No datasets available“ aus.




# Umschaltung externe Referenz / externer Trigger

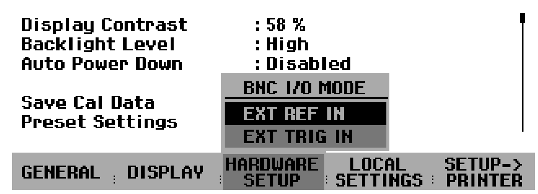
Die BNC-Buchse Ext Trig/Ext Ref an der Oberseite des R&S FSH kann entweder als Eingang für einen externen Trigger oder als Eingang für eine externe Referenz verwendet werden. Die Umschaltung erfolgt im Setup-Menü.

➢ Die Taste SETUP drücken.

➢ Den Softkey HARDWARE SETUP drücken.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey BNC I/O MODE bestätigen.

Der R&S FSH zeigt die aktuelle Einstellung für den Eingang Ext Trig/Ext Ref grün hinterlegt an.




➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten EXT REF IN oder EXT TRIG IN auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey HARDWARE SETUP abschließen.

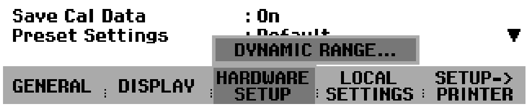
Die Einstellung EXT TRIG IN konfiguriert nur den Eingang. Die Verwendung des externen Triggers ist im Sweep-Menü einzustellen (Taste SWEEP, Softkey TRIGGER).

Die Einstellung des Eingangs kann in der Statusanzeige (Taste STATUS drücken) abgefragt werden.

# Steuerung des Eichteilers

Abhängig vom gewählten Referenzpegel stellt der R&S FSH die Eichleitung am HF-Eingang auf einen geeigneten Wert. Dabei bietet er zwei verschiedene Modi an, einen für möglichst hohe Empfindlichkeit (LOW NOISE) und einen für möglichst niedrige Intermodulationsprodukte (LOW DISTORTION). Der Unterschied zwischen beiden Modi ist, dass er für LOW DISTORTION eine in Vergleich zum Modus LOW NOISE um 10 dB höhere Dämpfung der HF-Eichleitung einstellt.

- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey HARDWARE SETUP drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt DYNAMIC RANGE... auswählen.




- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey HARDWARE SETUP abschließen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt LOW NOISE oder LOW DISTORTION auswählen.

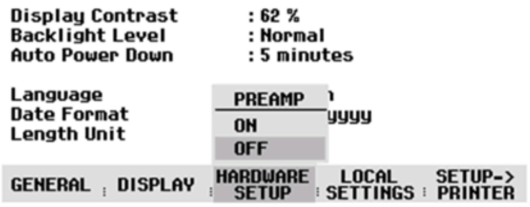
Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey HARDWARE SETUP bestätigen.

# Arbeiten mit Vorverstärker

(nur Modelle 1145.5850.03, 1145.5850.23, 1145.5850.06 und 1145.5850.26)

Die Modelle 1145.5850.03, 1145.5850.23, 1145.5850.06 und 1145.5850.26 bieten zur Steigerung der Empfindlichkeit einen internen Vorverstärker an. Dieser hat frequenzabhängig 15 bis 18 dB Verstärkung und erhöht die Empfindlichkeit um ca. 10 bis 15 dB. Er befindet sich hinter der HF-Eichleitung vor dem Eingangsmischer.

- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey HARDWARE SETUP drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten PREAMP... auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey HARDWARE SETUP abschließen.




Der R&S FSH wechselt in das Untermenü zur Konfiguration des Vorverstärkers. Der Auswahlbalken zeigt auf die aktuelle Einstellung.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Einstellung wählen (ON oder OFF) und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

Bei eingeschaltetem Vorverstärker ist dessen Verwendung an den Referenzpegel gekoppelt, so dass der R&S FSH immer die bestmögliche Dynamik hat. Die folgende Tabelle stellt die Stellung der HF-Eichleitung und des Vorverstärkers abhängig vom Referenzpegel dar.

| **Ref Level** | **Vorverstärker Stellung OFF** | | **Vorverstärker Stellung ON** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HF-Dämpfung | | HF-Dämpfung | | Vorverstärker |
| | Low Noise | Low Distortion | Low Noise | Low Distortion | |
| ≤ -25 dBm | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | Ein |
| -24 bis -20 dBm | 0 dB | 0 dB | 10 dB | 10 dB | Ein |
| -19 bis -15 dBm | 0 dB | 10 dB | 10 dB | 10 dB | Ein |
| -14 bis -10 dBm | 0 dB | 10 dB | 0 dB | 10 dB | Aus |
| -9 bis 0 dBm | 10 dB | 20 dB | 10 dB | 20 dB | Aus |
| 1 bis 10 dBm | 20 dB | 30 dB | 20 dB | 30 dB | Aus |
| 11 bis 20 dBm | 30 dB | 30 dB | 30 dB | 30 dB | Aus |

Die Stellung der Eichleitung kann jederzeit in der Statusanzeige abgefragt werden.

# Eingabe eines PIN-Codes

Zur Sicherheit gegen unbefugtes Benutzen des R&S FSH kann dieser mit einem PIN-Code geschützt werden.

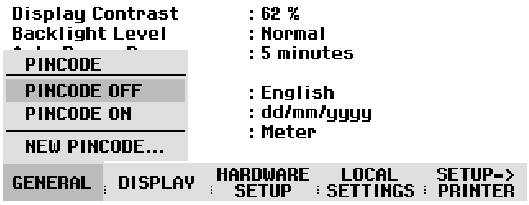
Im Auslieferzustand ist der PIN-Code 0000 und die Eingabe eines PIN-Codes beim Einschalten des Gerätes ist abgeschaltet. Ein persönlicher PIN-Code bestehend aus einer vierstelligen Nummer kann jederzeit neu eingegeben werden. Dieser wird jedoch erst aktiviert, nachdem der PIN-Code-Schutz eingeschaltet wurde.

Ein neuer PIN-Code wird wie folgt definiert.

➢ Die SETUP-Taste zum Aufruf des Setup-Menüs und der Geräteeinstellungen drücken.

➢ Softkey GENERAL drücken.

Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PINCODE ... auswählen und die ENTER-Taste drücken. Das Untermenü mit den PIN-Code-Einstellungen öffnet sich.




Bevor eine Änderung an der aktuellen PIN-Code-Einstellung vorgenommen werden kann, muss der aktuelle PIN-Code eingegeben werden. Damit wird verhindert, dass der PIN-Code unautorisiert verändert wird.

➢ Den gültigen PIN-Code eingeben.

**Im Auslieferzustand ist der gültige PIN-Code '0000'.**

Nach Eingabe des gültigen PIN-Codes sind die Funktionen des Untermenüs für den PIN-Code wählbar. Im Auslieferzustand kann der PIN-Code nur aktiviert werden, wenn ein neuer PIN-Code abweichend vom Auslieferzustand definiert wurde.

*Hinweis:* *Bevor der PIN-Code aktiviert wird, ist die Eingabe eines eigenen PIN-Codes dringend zu empfehlen. Die Nummer des PIN-Codes sollte getrennt vom Gerät aufbewahrt werden. Bei Vergessen des aktivierten PIN-Codes kann das Gerät nur mit dem mitgelieferten Master-PIN-Code wieder in den Grundzustand (PIN-Code '0000') versetzt werden. Wenn der Master-PIN-Code nicht verfügbar ist, kann dieser über eine autorisierte R&S-Servicestelle aus der Bestellnummer und der Seriennummer des Gerätes bezogen werden.*

**Neuen PIN-Code eingeben**

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt 'New Pincode...' im Untermenü wählen und eine neue vierstellige PIN-Code-Nummer eingeben. Die Eingabe mit ENTER abschließen.

Der R&S FSH fordert zur Wiederholung der Eingabe des neuen Pin-Codes auf, damit eine fehlerhafte Eingabe möglichst vermieden wird.

➢ Eingabe der PIN-Code-Nummer wiederholen.

**PIN-Code aktivieren**

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PINCODE ON auswählen und die ENTER-Taste drücken.

Der R&S FSH fordert nun zur Eingabe des PIN-Codes auf, bevor dieser aktiviert werden kann.

➢ Die PIN-Code-Nummer eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Der gewählte PIN-Code ist nun aktiv. Beim nächsten Einschalten des R&S FSH muss die PIN-Code-Nummer eingegeben werden, bevor der Betrieb des Gerätes möglich wird. Bei Eingabe eines falschen PIN-Codes fordert der R&S FSH erneut zur PIN-Code-Eingabe auf. Nach dreimaliger falscher Eingabe fordert er zur Eingabe des Master-Codes auf.

*Hinweis: Mit dem R&S FSH werden Aufkleber mit der Aufschrift "PIN Code protected" mitgeliefert. Wenn das Gerät mit einem PIN-Code geschützt wurde, ist zu empfehlen den Aufkleber am Gerät anzubringen. Dadurch werden unbefugte Benutzer gewarnt, das Gerät in Betrieb zu nehmen.*

**PIN-Code-Schutz ausschalten**

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PINCODE OFF auswählen und die ENTER-Taste drücken.

Der R&S FSH fordert nun zur Eingabe des PIN-Codes auf, bevor dieser deaktiviert werden kann. Damit wird ein nicht autorisiertes Abschalten des PIN-Code-Schutzes verhindert.

➢ Die PIN-Code-Nummer eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH arbeitet nun ohne PIN-Code-Schutz.

# Anschluss eines Druckers

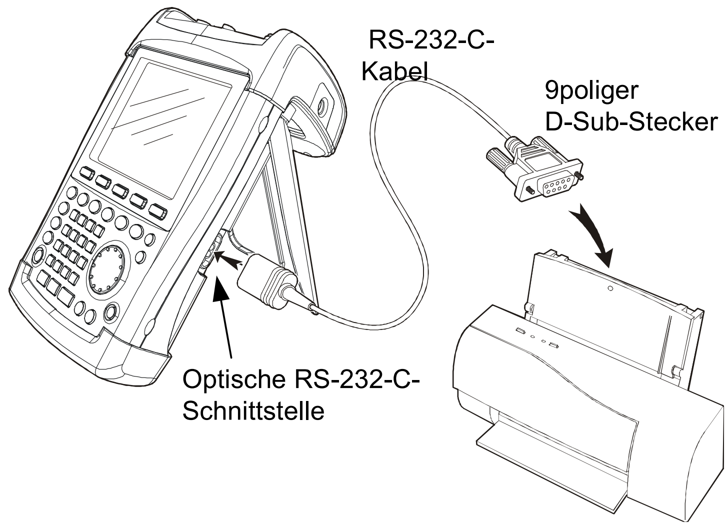
Der R&S FSH unterstützt die Ausgabe des Bildschirminhalts auf einen angeschlossenen Drucker mit RS-232-C-Schnittstelle. Für Drucker mit Parallelschnittstelle ist der Parallel-Seriell-Konverter R&S FSH-Z22 als Zubehör erhältlich.

Ein Drucker mit einer RS-232-C-Schnittstelle kann direkt über das optische RS-232-C-Kabel R&S FSH-Z34 angeschlossen werden.

➢ Den Stellfuß an der Rückwand des R&S FSH aufklappen.

➢ Den optischen Stecker des RS-232-C-Kabels R&S FSH-Z34 mit der optischen Buchse an der rechten Seite des R&S FSH verbinden.

➢ Den 9poligen D-Sub-Stecker des Kabels mit dem RS-232-C-Eingang des Druckers verbinden.



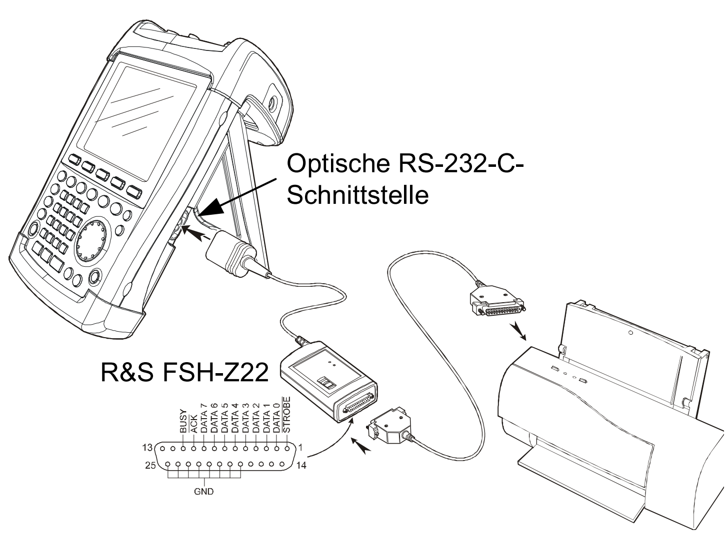

Drucker mit Parallelschnittstelle sind über den Seriell-Parallel-Konverter R&S FSH-Z22 an den R&S FSH anzuschließen. Dieser stellt die Centronis-Parallelschnittstelle zum Anschluss eines Druckers zur Verfügung. Die Versorgung des R&S FSH-Z22 erfolgt über eine 9-V-Alkali Batterie (NEDA, IEC6LR61).

➢ Den Stellfuß an der Rückwand des R&S FSH aufklappen.

➢ Den optischen Stecker des R&S FSH-Z22 mit der optischen Buchse an der rechten Seite des R&S FSH verbinden.

➢ Das Druckerkabel mit der 25-poligen Schnittstelle des R&S FSH-Z22 verbinden.

➢ Den Seriell-Parallel-Konverter mit dem Schiebeschalter an der Oberseite einschalten.




Stellungen des Schiebeschalters:

| | |
|---|---|
| OFF | R&S FSH-Z22 ist ausgeschaltet. |
| ON | R&S FSH-Z22 ist eingeschaltet, die LED Battery OK blinkt. |
| AUTO OFF | R&S FSH-Z22 ist eingeschaltet, die LED Battery OK blinkt. Bei Unterbrechung der Datenübertragung für mehr als 5 min schaltet der R&S FSH-Z22 automatisch ab. |

Während der Datenübertragung zum Drucker leuchtet die LED "Busy".

*Hinweis: Der R&S FSH-Z22 ist für einen maximale Datenübertragungsrate von 38400 Baud ausgelegt (= Grundeinstellung). Die Baudrate (PRINTER BAUD RATE) im Menü SETUP ist daher auch auf 38400 Baud einzustellen. Zusätzlich sind beim R&S FSH-Z22 die Baudraten 9600 Baud und 19200 Baud einstellbar. Dies ist nur durch Öffnen des Gehäuses möglich.*

**Auswahl des Druckers**

➢ Am R&S FSH die Taste SETUP drücken.

In den Setup-Einstellungen zeigt der R&S FSH den eingestellten Drucker und die zugehörige Baud-Rate an.

Ein anderer Drucker wird wie folgt ausgewählt:

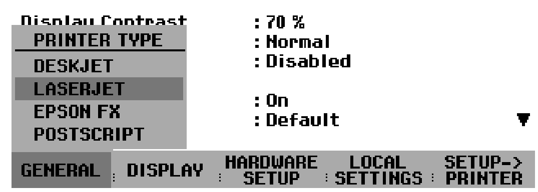
➢ Den Softkey GENERAL drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PRINTER TYPE... auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder erneutes Betätigen des Softkeys GENERAL abschließen.




➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den gewünschten Drucker auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder durch erneutes Drücken des Softkeys GENERAL abschließen.

Der R&S FSH zeigt den gewählten Drucker unter "Printer Type" an.




Anschließend ist für den gewählten Drucker die Baudrate einzustellen.

➢ Den Softkey GENERAL drücken.

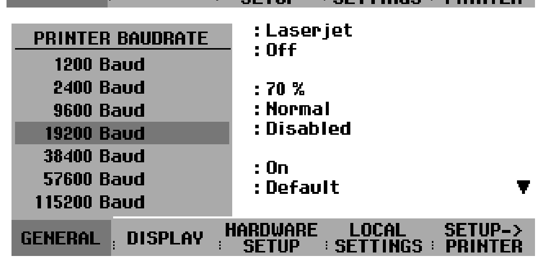
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PRINTER BAUD... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste übernehmen.




Die Auswahlbox für die möglichen Baudraten (1200 bis 115200 Baud) öffnet sich.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Baudrate auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder durch erneutes Drücken des Softkeys GENERAL abschließen.

Der R&S FSH zeigt die gewählte Baudrate unter "RS232 Baudrate" im Setup-Display an.



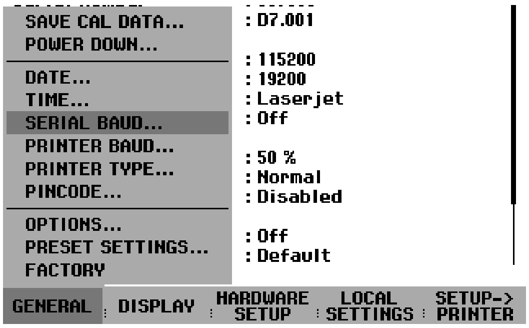

*Hinweis: Bei Verwendung des Seriell-Parallel-Konverters (R&S FSH-Z22) zur Ansteuerung eines Druckers mit Parallelschnittstelle ist die RS-232-C-Schnittstelle auf 38400 Baud einzustellen.*

Der Inhalt des Setup-Displays kann durch Drücken auf den Softkey SETUP -> PRINTER auf den Drucker ausgegeben werden.

# Einstellung der Baudrate für die Fernsteuerung

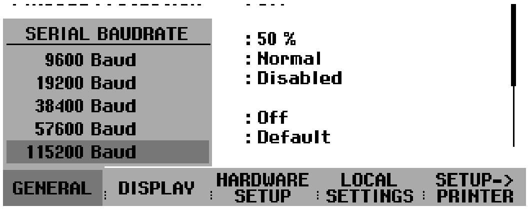
Zur Fernsteuerung bietet der R&S FSH verschiedene Baudraten an. Die gewünschte Baudrate ist über das Setup-Menü einzustellen.

- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Den Softkey GENERAL drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt SERIAL BAUD... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste übernehmen.




Die Auswahlbox für die möglichen Baudraten (9600 bis 115200 Baud) öffnet sich.

- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Baudrate auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder durch erneutes Drücken des Softkeys GENERAL abschließen.




Der R&S FSH zeigt die gewählte Baudrate unter "SERIAL Baudrate" im Setup-Display an.

# Freischaltung von Optionen

Der R&S FSH kann mit Optionen (z.B. Distance to Fault-Messung an Kabeln) ausgestattet werden, die durch Eingabe eines Schlüsselwortes (Key Code) freigeschaltet werden. Der Key Code ist an die individuelle Seriennummer des Gerätes gebunden. Bei Nachrüstung einer Option ist diese mit einem Key Code freizuschalten.

**Bedienung**

- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Die Taste GENERAL drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt OPTIONS KEY... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

Den Key Code (10-stellige Zahl) für die Option mit den Zifferntasten eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Bei richtiger Eingabe des Key Codes meldet der R&S FSH "<....> Option freigegeben".
Wurde ein ungültiger Key Code eingegeben, meldet der R&S FSH "Optionskey-Fehler".
Der Key Code kann anschließend richtig eingegeben werden.

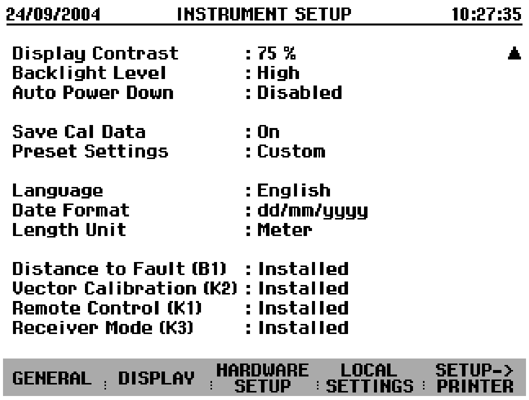
# Überprüfung der installierten Optionen

Um die installierten Optionen zu überprüfen, zeigt der R&S FSH diese im Setup-Menü an:

➢ Die Taste SETUP drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die Statusanzeige nach unten scrollen.

Der R&S FSH zeigt alle zur Verfügung stehenden Optionen mit dem jeweiligen Status an.



# 2 Kurzeinführung

Dieser Abschnitt gibt eine kurze Einführung zum Arbeiten mit dem Handheld-Spektrumanalysator R&S FSH. Eine weitergehende Erläuterung der grundlegenden Bedienschritte, wie z.B. Auswahl der Menüs und Einstellen der Parameter, sowie die Beschreibung des Aufbaus und der Anzeigen des Bildschirms befinden sich in Kapitel 3 des Bedienhandbuchs.

## Messen eines Sinussignals

Eine grundlegende Messung, die mit einem Spektrumanalysator durchgeführt wird, ist die Messung des Pegels und der Frequenz eines Sinussignals. Die folgenden Messbeispiele zeigen die Einstellschritte, mit denen diese Messungen effektiv mit dem Handheld-Spektrumanalysator R&S FSH durchgeführt werden.

Als Signalquelle wird ein Signalgenerator wie z.B. der R&S-Signalgenerator SML verwendet.

**Messaufbau:**

Den HF-Ausgang des Signalgenerators mit dem HF-Eingang des R&S FSH verbinden.
Einstellungen am Signalgenerator:

| | |
|---|---|
| Frequenz | 100 MHz |
| Pegel | -30 dBm |

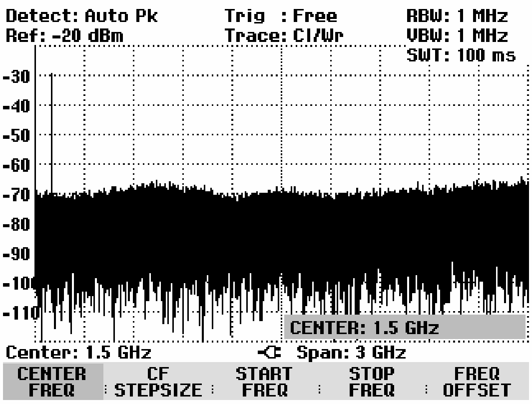
### Messung des Pegels

Um alle notwendigen Bedienschritte zu zeigen, wird der R&S FSH in die Grundeinstellung versetzt.

➢ Taste PRESET drücken.

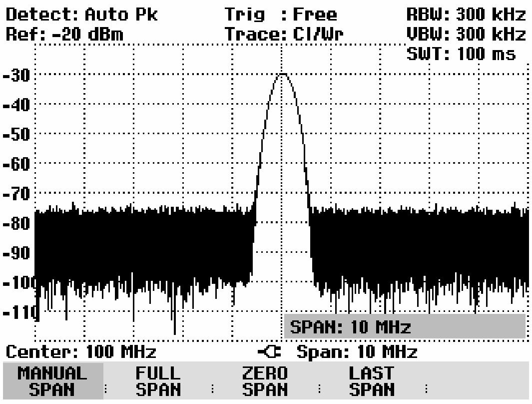
Der Analysator stellt das Frequenzspektrum über seinen gesamten Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz dar. Bei 100 MHz ist das Generatorsignal als Linie zu erkennen. Oberwellen des Generators sind bei Vielfachen von 100 MHz ebenfalls als Linien dargestellt.

Um das Generatorsignal bei 100 MHz näher zu untersuchen, wird der Frequenzdarstellbereich des R&S FSH verkleinert. Dazu wird die Mittenfrequenz des R&S FSH auf 100 MHz eingestellt und der Frequenzdarstellbereich auf 10 MHz verkleinert.



- Taste FREQ drücken.
- Mit dem numerischen Tastenfeld 100 eingeben und die Eingabe mit der Einheitentaste MHz abschließen.
- Taste SPAN drücken.
- Mit dem numerischen Tastenfeld 10 eingeben und die Eingabe mit der Einheitentaste MHz abschließen.

Der R&S FSH stellt nun das Generatorsignal höher aufgelöst dar.

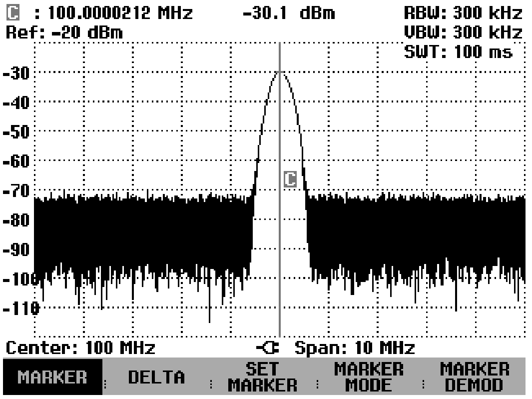



Um den Pegel des Signals zu bestimmen, bietet der R&S FSH Marker an. Der Marker ist immer an die Messkurve gebunden. Er gibt den Pegel- und Frequenzwert an seiner jeweiligen Position am Bildschirm aus.

- Taste Marker drücken.

Der Marker wird eingeschaltet und automatisch beim Einschalten auf den größten Wert der Messkurve gesetzt. Die Frequenz des Markers ist durch eine senkrechte Linie dargestellt. Der Pegel ist mit einer kurzen waagrechten Line gekennzeichnet.

Der R&S FSH gibt den Pegel und die Frequenz der Markerposition numerisch am oberen Bildschirmrand aus.




## Einstellung des Referenzpegels

Als Referenzpegel (REF LEVEL) bezeichnet man bei Spektrumanalysatoren den Pegel an der oberen Diagrammgrenze. Um die größte Dynamik bei einer Spektrumsmessung zu erzielen, sollte der Pegeldarstellbereich des Spektrumanalysators voll ausgenützt werden. Das heißt, dass der höchste im Spektrum vorkommende Pegel am oberen Diagrammrand (= Referenzpegel) oder in dessen Nähe liegen sollte. Der Maximalwert der Pegelachse (Y-Achse) des Messdiagramms ist durch den Referenzpegel bestimmt.

Um eine höhere Messdynamik zu erzielen wird der Referenzpegel nun um 10 dB reduziert.

- Taste AMPT drücken.

Das Menü AMPT erscheint in der Softkeyleiste, wobei die Softkeybeschriftung REF LEVEL bereits rot hinterlegt ist als Hinweis darauf, dass er zur Werteingabe aktiviert ist. Das rote Werteingabefeld rechts unten im Messdiagramm zeigt den gegenwärtigen Wert für den Referenzpegel an.

- Mit dem numerischen Tastenfeld 30 eingeben und die Eingabe mit der Taste -dBm abschließen.

Der Referenzpegel ist nun auf –30 dBm eingestellt. Der Maximalwert der Messkurve ist in der Nähe des Maximalwerts des Messdiagramms. Das angezeigte Rauschen hat sich jedoch nur unwesentlich erhöht. Der Abstand zwischen Maximalwert des Signals und Rauschanzeige (= Dynamik) ist also größer geworden.

Um den Maximalwert der Messkurve direkt an den oberen Diagrammrand zu schieben, kann auch vorteilhaft der Marker benutzt werden. Wenn der Marker auf dem Maximalpegel der Kurve steht (wie in diesem Beispiel der Fall) kann der Referenzpegel durch folgende Eingaben zum Markerpegel geschoben werden.

- Taste MARKER drücken.
- Softkey SET MARKER drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten in der Auswahlbox den Punkt REF LVL = MRK LVL auswählen.
- Die ENTER-Taste drücken.

Der Referenzpegel wird nun gleich dem gemessenen Pegel an der Stelle des Markers eingestellt. Damit reduziert sich die optimale Einstellung des Referenzpegels auf wenige Tastendrücke.

## Messen der Frequenz

Eine Messkurve besteht beim R&S FSH aus 301 Messpunkten (Frequenzpunkten). Der Marker sitzt immer auf einem der Messpunkte. Die Frequenz des Markers berechnet der R&S FSH aus der Frequenzposition des entsprechenden Messpunktes, der eingestellten Mittenfrequenz und des Frequenzdarstellbereichs. Die Messpunktauflösung und damit die Genauigkeit der Frequenzmessung mit dem Marker ist damit abhängig vom eingestellten Frequenzdarstellbereich.

Um eine höhere Frequenzmessgenauigkeit der Markeranzeige zu erzielen, bietet der R&S FSH einen Frequenzzähler an. Der Frequenzablauf wird dazu an der Position des Markers angehalten und der R&S FSH zählt die Frequenz, bevor er mit dem Frequenzablauf wieder fortfährt.

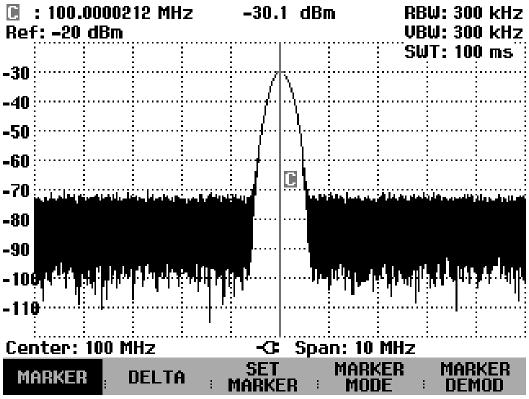
Das folgende Messbeispiel baut auf den vorhergehenden auf.

- Den Softkey MARKER MODE im Marker-Menü drücken.

Die Auswahltabelle für den Marker-Mode wird geöffnet.

- Mit dem Drehknopf oder den Cursortasten FREQ COUNT in der Auswahltabelle wählen und die Taste ENTER drücken.

Die Bezeichnung "M:" im Textfeld für die Markerausgabe ändert sich in "Ct:". Dies ist der Hinweis für den Benutzer, dass der Frequenzzähler eingeschaltet ist. Die Auflösung der Frequenzanzeige ist nun 1 Hz, unabhängig vom eingestellten Frequenzdarstellbereich. Die Genauigkeit der Frequenzanzeige wird nun von der internen Referenzfrequenz des R&S FSH bestimmt. Sie ist damit wesentlich genauer als die Messpunktbezogene Frequenzausgabe des Markers.



## Messen der Oberwellen eines Sinussignals

Aufgrund der Eigenschaft eines Spektrumanalysators unterschiedliche Signale im Frequenzbereich auflösen zu können ist dieser sehr gut geeignet, Oberwellen oder den Abstand einer Oberwelle von der Grundwelle eines Signals zu messen. Dazu stellt der R&S FSH Markerfunktionen zur Verfügung, die mit wenigen Tastendrücken zu einem schnellen Ergebnis führen.

Im folgenden Messbeispiel wird wieder wie oben ein Signalgenerator mit der Ausgangsfrequenz 100 MHz und einem Pegel von –20 dBm benutzt.

Um alle notwendigen Bedienschritte zu zeigen, wird der R&S FSH in die Grundeinstellung versetzt.

➢ Die Taste PRESET drücken.

Der Analysator stellt das Frequenzspektrum über seinen gesamten Frequenzbereich von 100 kHz bis 3 GHz dar. Bei 100 MHz ist das Generatorsignal als Linie zu erkennen. Oberwellen des Generators sind bei Vielfachen von 100 MHz ebenfalls als Linien dargestellt.

Zur Messung des Abstands der ersten Oberwelle zur Grundwelle wird die Startfrequenz und die Stoppfrequenz des R&S FSH wie folgt eingestellt:

➢ Die Taste FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Frequenzeingabe.

➢ Den Softkey START drücken.

➢ Mit dem numerischen Tastenfeld 50 eingeben und die Eingabe mit der MHz-Taste abschließen.

➢ Den Softkey STOP drücken.

➢ Mit dem numerischen Tastenfeld 250 eingeben und die Eingabe mit der MHz-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt nun das Frequenzspektrum von 50 MHz bis 250 MHz mit der Grundwelle bei 100 MHz und der Oberwelle bei 200 MHz dar.

Zur Messung des Oberwellenabstandes wird nun der Marker auf die Grundwelle gesetzt und der Delta-Marker auf die Oberwelle.

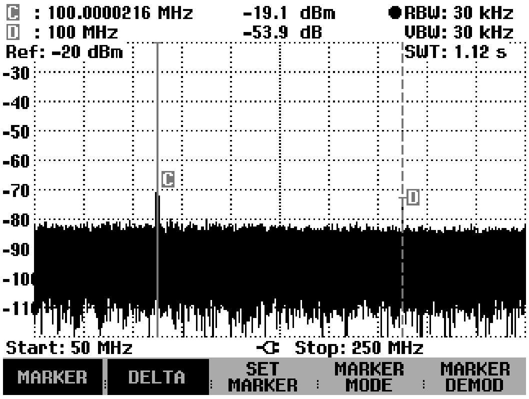
➢ Die Taste MARKER drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Markereingabe und setzt automatisch den Haupt-Marker auf das größte Signal ( = Grundwelle).

➢ Den Softkey DELTA drücken.

Der R&S FSH schaltet den Delta-Marker ein (senkrechte strichlinierte Linie) und setzt ihn auf das nächst kleinere Signal ( = Oberwelle).

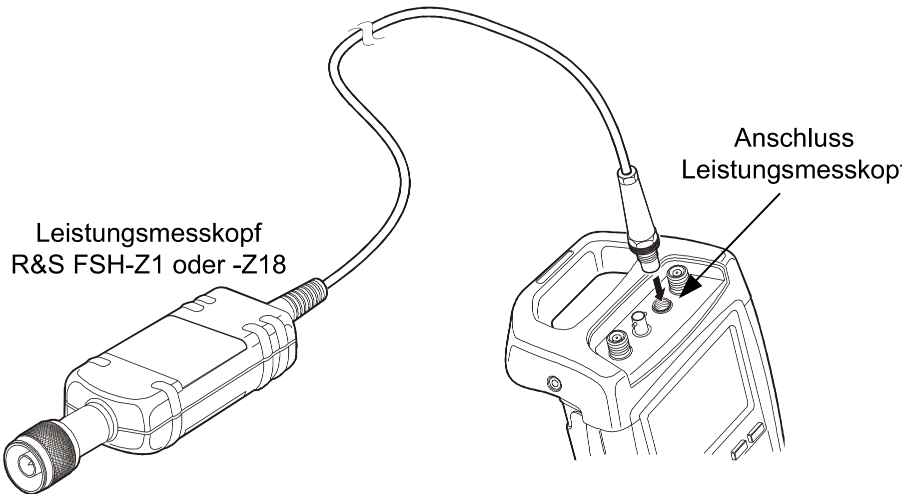
Der Oberwellenabstand kann am oberen Bildschirmrand direkt in dB abgelesen werden.



## Leistungsmessung mit dem Messkopf

Zur genauen Messung von Leistungen bietet der R&S FSH als Zubehör die Leistungsmessköpfe R&S FSH-Z1 und R&S FSH-Z18 an. Deren Frequenzbereich ist 10 MHz bis 8 GHz bzw. 10 MHz bis 18 GHz.

Die Leistungsmessköpfe werden über eine spezielle RS232-Schnittstelle angesteuert und mit Strom versorgt.






*Die Dauerleistung am Messkopfeingang darf maximal 400 mW (26 dBm) betragen. Kurzzeitige (≤ 10 µs) Spitzenleistungen sind bis zu 1 W (30 dBm) möglich. Bei höheren Eingangsleistungen kann der Messkopf zerstört werden. Bei Messungen an Sendern mit hoher Leistung muss ein Leistungsdämpfungsglied verwendet werden, um die maximal zulässige Leistung am Leistungsmesskopf keinesfalls zu überschreiten*

- Das Kabel am Leistungsmesskopf mit der Buchse Power Sensor am R&S FSH verbinden und anschrauben.
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt POWER SENSOR auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH öffnet den Bildschirm für die Leistungsmessung. Wenn kein Leistungsmesskopf angeschlossen ist, zeigt er keinen Messwert an. Wenn ein Leistungsmesskopf angeschlossen ist nimmt er über die Schnittstelle Verbindung zum Leistungsmesskopf auf und zeigt nach einigen Sekunden die gemessene Leistung an.

Bei Problemen bei der Kommunikation mit dem Leistungsmesser erzeugt der R&S FSH eine Fehlermeldung (Messkopf-Fehler: Fehlernummer, siehe Bedienhandbuch).

Vor der Durchführung der Leistungsmessung sollte der Leistungsmesskopf einen Nullabgleich durchführen.

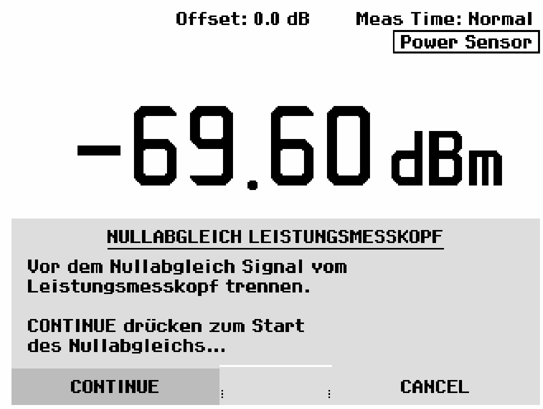
➢ Den Softkey ZERO drücken.

Der R&S FSH weist den Benutzer in einer Meldung darauf hin, dass keine Signale am Leistungsmesser während des Nullabgleichs anliegen dürfen.

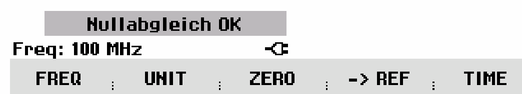
➢ Den Leistungsmesskopf von allen eventuell anliegenden Signalquellen trennen.

➢ Mit der ersten oder zweiten Softkeytaste (CONTINUE) den Nullabgleich starten.

Der R&S FSH stößt unmittelbar den Nullabgleich des Leistungsmessers an. Während des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich Leistungsmesskopf, bitte warten...".




Nach Beendigung des Nullabgleichs zeigt der R&S FSH "Nullabgleich OK" an und schaltet wieder zum Softkeymenü für den Leistungsmesskopf um.




➢ Jetzt das Messsignal an den HF-Stecker des R&S FSH-Z1 anschließen.

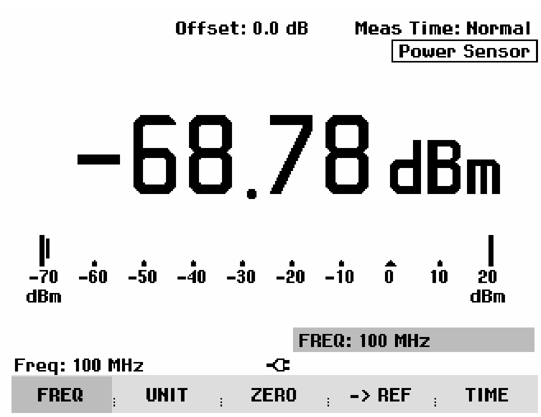
Der R&S FSH zeigt den gemessenen Leistungspegel in dBm an.

Für höchste Genauigkeit der Messung die Frequenz des Messsignals eingeben.

➢ Den Softkey FREQ drücken.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Frequenz eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste durch erneutes Drücken auf den Softkey FREQ abschließen.

Der R&S FSH überträgt die neue Frequenz zum Leistungsmesskopf, der dann die Leistungsmesswerte entsprechend korrigiert.

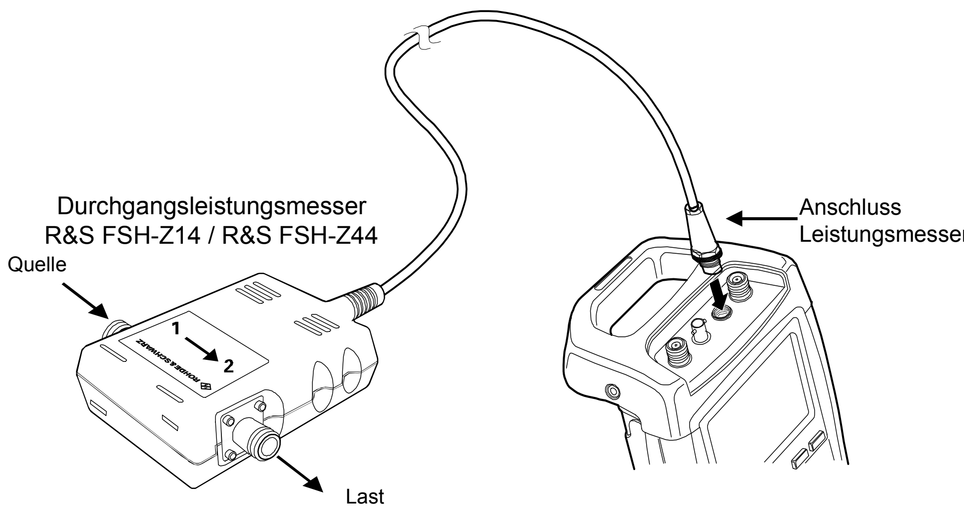


# Messung der Leistung und der Reflexion mit dem R&S FSH-Z14 oder R&S FSH-Z44

Die Durchgangsleistungsköpfe R&S FSH-Z14 und Z44 werden zwischen Quelle und Last geschaltet und messen den Leistungsfluss in beiden Richtungen, d.h. von der Quelle zur Last (Vorwärtsleistung) und von der Last zur Quelle (Rückwärtsleistung). Das Verhältnis zwischen Rückwärtsleistung und Vorwärtsleistung ist ein Maß für die Anpassung der Last, das als Rückflussdämpfung oder Stehwellenverhältnis angezeigt wird.

Die Durchgangsleistungsmessköpfe R&S FSH-Z14 und Z44 sind unsymmetrisch aufgebaut und müssen daher so in den Testaufbau eingefügt werden, dass der Pfeil FORWARD auf dem Messkopf zur Last zeigt (= Richtung des Leistungsflusses).
Sie werden über eine spezielle serielle Schnittstelle angesteuert und mit Strom versorgt.

Das Kabel am Leistungsmesskopf ist mit der Buchse Power Sensor am R&S FSH zu verbinden und anzuschrauben. Der Durchgangsleistungsmesskopf selbst ist zwischen Quelle und Last einzufügen.




Bei der Messung von hohen Leistungen sind die folgenden Anweisungen strikt zu befolgen, um die Zerstörung des Leistungsmesskopfs oder Schaden an Personen abzuwenden:



- *Die zulässigen Dauerleistung darf keinesfalls überschritten werden (siehe Diagram auf der Rückseite des Messkopfs).*
- *Des Messkopf nur anschließen, wenn die HF-Leistung abgeschaltet ist.*
- *Die HF-Anschlüsse fest anschrauben.*

*Nichtbeachtung dieser Vorschriften kann zu Verletzungen wie Hautverbrennungen oder Zerstörung der benutzten Messgeräte führen.*

**Bedienung:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt POWER SENSOR auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH öffnet den Bildschirm und das Menü für die Leistungsmessung. Wenn kein Leistungsmesskopf angeschlossen ist, zeigt er keinen Messwert an. Wenn ein Leistungsmesskopf angeschlossen ist, nimmt er über die Schnittstelle Verbindung zum Leistungsmesskopf auf und zeigt nach einigen Sekunden den Typ des angeschlossenen Leistungsmessers (R&S FSH-Z14 oder R&S FSH-Z44), die gemessene Vorwärtsleistung (Forward Power) und die Rückflussdämpfung (Return Loss) der Last an.

Vor der Durchführung der Leistungsmessung sollte der Leistungsmesskopf einen Nullabgleich durchführen.

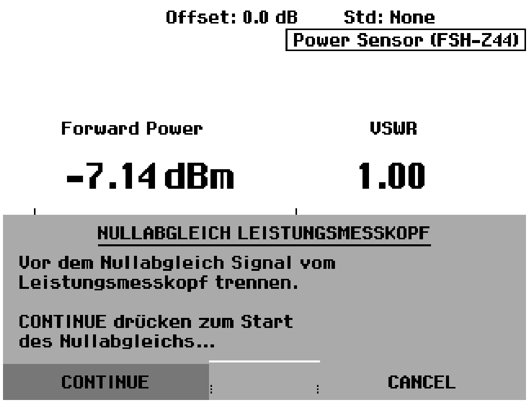
➢ Den Softkey ZERO drücken.

Der R&S FSH weist den Benutzer in einer Meldung darauf hin, dass keine Signale am Leistungsmesskopf während des Nullabgleichs anliegen dürfen.

➢ Den Leistungsmesskopf von allen eventuell anliegenden Signalquellen trennen.

➢ Mit der ersten oder zweiten Softkeytaste (CONTINUE) den Nullabgleich starten.

Mit den Softkeytasten 4 oder 5 (CANCEL) kann der Abgleich vor dessen Beginn abgebrochen werden, wenn zum Beispiel die Signalquelle nicht abgetrennt werden kann.




Der R&S FSH stößt unmittelbar den Nullabgleich des Leistungsmesskopfs an. Während des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich Leistungsmesskopf, bitte warten...".

Nach Beendigung des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich OK" und schaltet wieder zum Softkeymenü für den Leistungsmesskopf um.

➢ Jetzt den R&S FSH-Z14 oder R&S FSH-Z44 zwischen Quelle und Last schalten.

➢ Der R&S FSH zeigt den gemessenen Vorwärtsleistungspegel (Forward Power) in dBm und das Stehwellenverhältnis (VSWR) an der Last an.

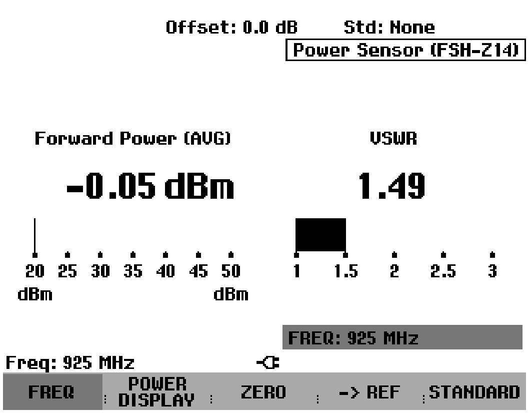
Für höchste Genauigkeit der Messung die Frequenz des Messsignals eingeben.

➢ Den Softkey FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Frequenz.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Frequenz eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste durch erneutes Drücken auf den Softkey FREQ abschließen.

Der R&S FSH überträgt die neue Frequenz zum Leistungsmesskopf, der dann die Leistungsmesswerte entsprechend korrigiert.



## Messung der Übertragungsfunktion von Zweitoren

(Nur für R&S FSH mit Mitlaufgenerator (Bestell-Nr. 1145.5850.13, 1145.5850.23 oder 1145.5850.26))

Zur Messung der Verstärkung oder Dämpfung von Vierpolen bietet der R&S FSH einen Mitlaufgenerator an. Dieser liefert ein Signal auf der momentanen Frequenz des R&S FSH.

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt TRACKING GEN auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

Der R&S FSH schaltet den Mitlaufgenerator ein und wechselt in dessen Softkey-Menü.

Nach dem Einschalten des Mitlaufgenerators zeigt der R&S FSH Uncal an. Dies dient zum Hinweis, dass die Messung mit dem Mitlaufgenerator unkorrigiert ist.

Bevor die Kalibrierung durchgeführt wird, sollte der gewünschte Frequenzbereich und der passende Referenzpegel eingestellt werden, da die Kalibrierung nur für den kalibrierten Frequenzbereich und die Referenz gültig ist. Wenn diese Parameter nach erfolgter Kalibrierung geändert werden, wird diese ungültig.

➢ Die Taste FREQ drücken.

➢ Mit den Zifferntasten die Mittenfrequenz eingeben.

➢ Die Taste SPAN drücken.

➢ Mit den Zifferntasten den Frequenzdarstellbereich eingeben.

Alternativ kann die Start- und Stoppfrequenz mit den Softkeys START und STOP im Frequenzmenü eingegeben werden.

Den R&S FSH für die Messung der Übertragungsfunktion kalibrieren.
Das folgende Bedienbeispiel bezieht sich auf die skalare Messung der Übertragungsfunktion. Wenn die Option R&S FSH-K2 installiert ist, muss die Messung erst auf skalar umgestellt werden:

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.

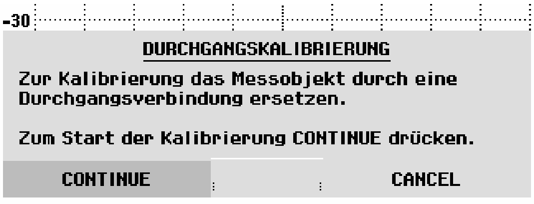
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten SCALAR auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS MODE bestätigen.

➢ Im Hauptmenü für den Tracking-Generator die Taste MEAS drücken.

➢ Den SoftkeyTRANSM CAL drücken.

Der R&S FSH fordert für die Durchgangskalibrierung dazu auf, den HF-Eingang mit dem Ausgang des Mitlaufgenerators zu verbinden.




➢ Den HF-Ausgang mit dem Generator-Eingang direkt ohne Messobjekt verbinden.

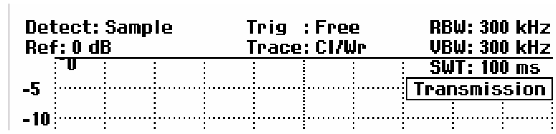
➢ CONTINUE zum Start der Kalibrierung drücken.

Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH

"Durchgang wird kalibriert, bitte warten....".
Nach Abschluss der Kalibrierung meldet der R&S FSH für 3 Sekunden "Durchgang kalibriert".

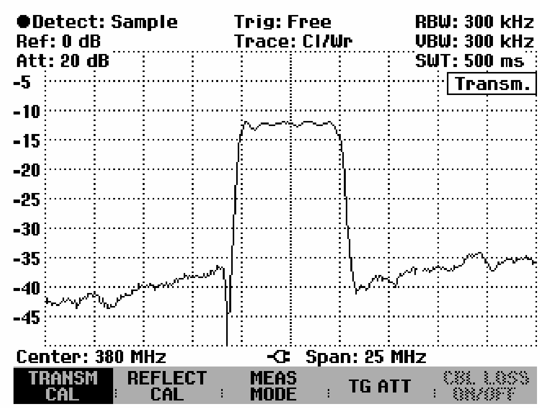



Nach Beendigung der Kalibrierung gibt der R&S FSH oben rechts im Diagramm Transm. aus. Dies dient als Hinweis, dass er zur Messung der Übertragungsfunktion kalibriert ist. Zusätzlich ist die Softkeybeschriftung TRANSM CAL grün hinterlegt.




- ➢ Zwischen HF-Eingang und Generator-Ausgang das Messobjekt anschließen.

Der R&S FSH zeigt den Betrag der Übertragungsfunktion an. Diese kann nun z. B. mit den Markern vermessen werden.




Die Durchgangskalibrierung bleibt solange erhalten, bis die Mittenfrequenz oder der Darstellbereich des R&S FSH geändert wird, so dass der neue Darstellbereich außerhalb des kalibrierten Frequenzbereiches liegt. Bei Verlust der Kalibrierung meldet er Uncal oben rechts am Bildschirm.

Bei Änderung der Referenz nach der Kalibrierung ist mit einer größeren Ungenauigkeit der Messung zu rechnen. Der R&S FSH behält zwar die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Ausgabe • Transm. am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin.

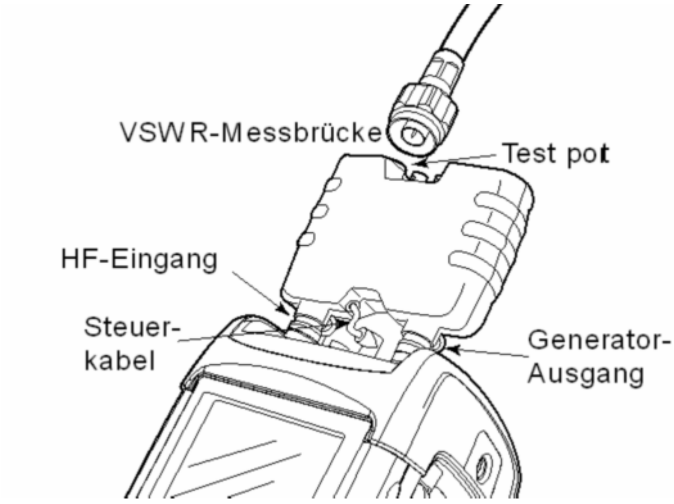
Bei Speicherung eines Datensatzes für skalare Transmissionsmessung im kalibrierten Zustand kann der R&S FSH mit den übrigen Einstellungen auch die Kalibrierdaten ablegen (siehe Abschnitt „Speicherung von Kalibrierdaten“). Somit kann nach Wiederaufruf der Einstellung ohne vorhergehende Kalibrierung gemessen werden, sofern die Gerätetemperatur nicht mehr als 5°C von der Gerätetemperatur bei Speicherung des Datensatzes abweicht.

Bei höheren Temperaturabweichungen gibt der R&S FSH einen (roten) Punkt vor dem angezeigten Messmodus • Transm. aus. Eine genaue Messung ist dann erst nach einer Kalibrierung möglich.

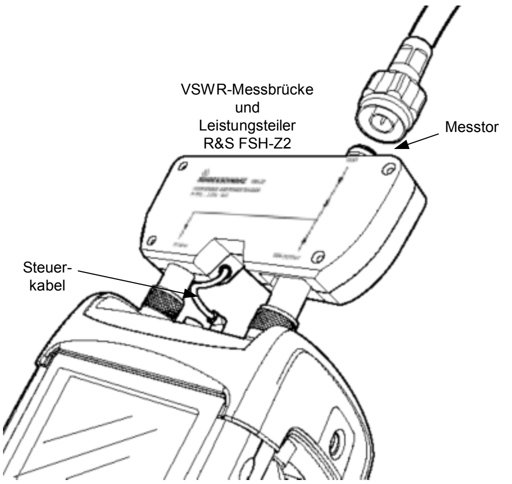
## Messung der Rückflussdämpfung

(Nur für R&S FSH mit Mitlaufgenerator, Bestell-Nr. 1145.5850.13, 1145.5850.23 oder 1145.5850.26)

Zur Messung der Rückflussdämpfung ist die VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 sowie ein Kurzschluss notwendig. Die Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 wird direkt an die HF-Eingangsbuchse und den Generator-Ausgang geschraubt.




R&S FSH mit VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z3




R&S FSH mit VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2

- Das Steuerkabel der R&S FSH-Z2 /-Z3 mit der Buchse Power Sensor des R&S FSH verbinden.
- Das HF-Tor und das Generator-Tor des R&S FSH-Z2/-Z3 mit dem HF-Eingang und dem Generatorausgang des R&S FSH verbinden.

Vor der Messung muss die Messanordnung kalibriert werden. Dies erfolgt mit Hilfe eines Kurzschlusses und eines Leerlaufs an der Stelle, an der die Reflexion gemessen werden soll. Wenn zwischen Messobjekt und Brücke ein Kabel benutzt wird, erfolgt die Kalibrierung am messseitigen Ende des Kabels.

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten im Menü MEAS den Eintrag TRACKING GEN auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH schaltet den Tracking-Generator ein und wechselt in dessen Softkey-Menü. Da keine Kalibrierung durchgeführt ist, wird oben rechts im Messdiagramm Track Gen Uncal angezeigt.

Bevor die Kalibrierung durchgeführt wird, sollte der gewünschte Frequenzbereich eingestellt werden, da die Kalibrierung nur für den kalibrierten Frequenzbereich gültig ist. Wenn diese Parameter nach erfolgter Kalibrierung geändert werden, wird diese ungültig.

- Die Taste FREQ drücken.
- Mit den Zifferntasten die Mittenfrequenz eingeben.
- Die Taste SPAN drücken.
- Mit den Zifferntasten den Frequenzdarstellbereich eingeben.

Alternativ kann die Start- und Stoppfrequenz mit den Softkeys START und STOP im Frequenzmenü eingegeben werden.

Den R&S FSH für die Messung der Rückflussdämpfung kalibrieren.

Das folgende Bedienbeispiel bezieht sich auf die skalare Messung der Rückflussdämpfung. Wenn die Option R&S FSH-K2 installiert ist, muss die Messung erst auf skalar umgestellt werden:

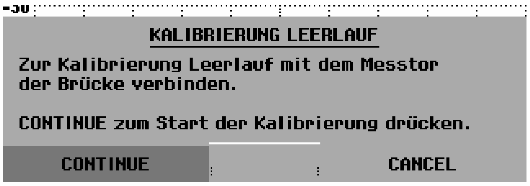
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten SCALAR auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS MODE bestätigen.

- Im Hauptmenü für den Tracking-Generator den Softkey REFLECT CAL drücken.

Der R&S FSH fordert in einer Meldung auf den Messeingang offen zu lassen.

- Den Messeingang der Brücke bzw. das Ende des Messkabels offen lassen.
- Mit CONTINUE die Leerlaufkalibrierung starten.

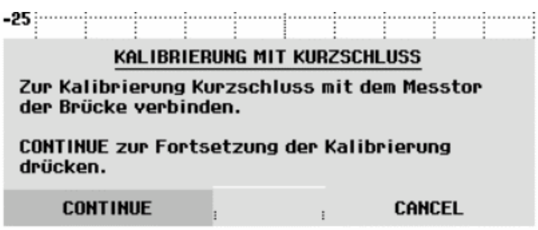
Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung Leerlauf, bitte warten...".




Nach Beendigung der Leerlaufkalibrierung fordert der R&S FSH zur Kurschlusskalibrierung auf.

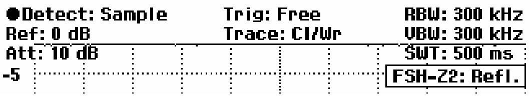
- An den Messeingang der Brücke einen Kurzschluss anschließen.
- Mit CONTINUE die Kurzschlusskalibrierung starten.

Während des Kalibriervorgangs meldet der R&S FSH "Kalibrierung Kurzschluss, bitte warten...".



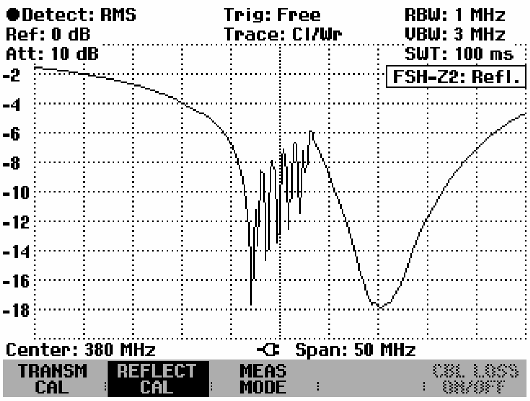

Nach Beendigung der Kalibrierung gibt der R&S FSH für 3 Sekunden die Meldung "Kurzschluss kalibriert" aus.

Oben rechts im Diagramm zeigt er FSH-Z2: Refl. an. Dies dient als Hinweis, dass er zur Messung der Reflexion kalibriert ist und dass die VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 verwendet wird.




- An das Messtor der R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 das Messobjekt anschließen.

Der R&S FSH zeigt die Rückflussdämpfung des Messobjekts an.



Die Kalibrierung der Reflexion bleibt solange erhalten, bis die Mittenfrequenz oder der Darstellbereich des R&S FSH geändert wird, so dass der neue Darstellbereich außerhalb des kalibrierten Frequenzbereiches liegt. Bei Verlust der Kalibrierung meldet er Uncal oben rechts am Bildschirm.

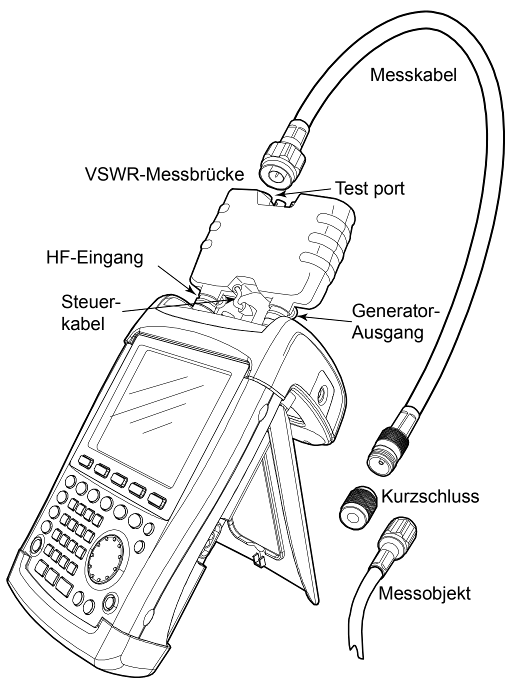
Bei Änderung der Referenz nach der Kalibrierung ist mit einer größeren Ungenauigkeit der Messung zu rechnen. Der R&S FSH behält zwar die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Ausgabe • FSH-Z2: Refl. am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin.

Bei Speicherung eines Datensatzes für skalare Reflexionsmessung im kalibrierten Zustand kann der R&S FSH mit den übrigen Einstellungen auch die Kalibrierdaten ablegen (siehe Abschnitt „Speicherung der Kalibrierdaten“). Somit kann nach Wiederaufruf der Einstellung ohne vorhergehende Kalibrierung gemessen werden, sofern die Gerätetemperatur nicht mehr als 5 °C von der Gerätetemperatur bei Speicherung des Datensatzes abweicht.

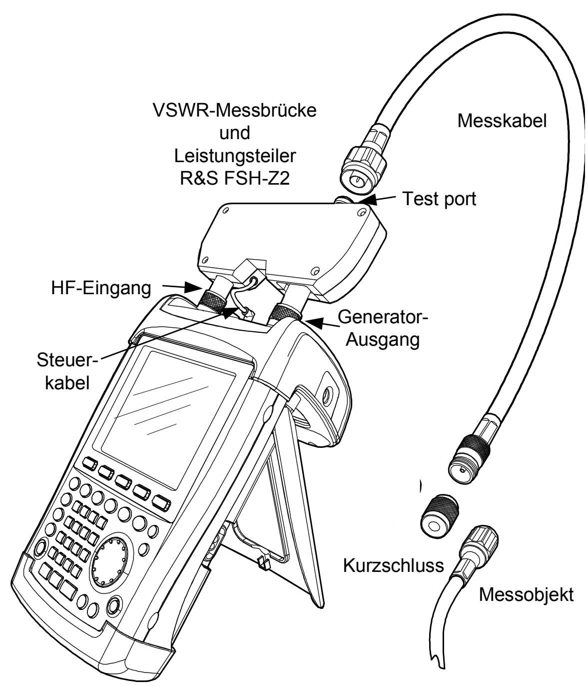
Bei höheren Temperaturabweichungen gibt der R&S FSH einen (roten) Punkt vor dem angezeigten Messmodus • FSH-Z2: Refl. aus. Eine genaue Messung ist dann erst nach einer Kalibrierung möglich.

## Messung von Kabelfehlstellen

(Nur für R&S FSH mit Mitlaufgenerator, Bestell-Nr. 1145.5850.13, 1145.5850.23 oder 1145.5850.26, installierter Option R&S FSH-B1 (Distance to Fault-Messung) und VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3).




R&S FSH mit VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z3




R&S FSH mit VSWR-Messbrücke
R&S FSH-Z2

➢ Das Steuerkabel der R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 mit der Buchse Power Sensor des R&S FSH verbinden.

➢ Das HF-Tor und das Generator-Tor der R&S FSH-Z2/R&S FSH-Z3 mit dem HF-Eingang und dem Generatorausgang des R&S FSH verbinden.

➢ Das 1-m-Messkabel der Option R&S FSH-B1 mit dem Messausgang der Brücke verbinden.

*Hinweis: Das 1-m-Messkabel ist unbedingt zu verwenden. Ohne das Kabel sind die Messergebnisse unbrauchbar.*

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt DISTANCE TO FAULT auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

Der R&S FSH schaltet die Messfunktion "Distance to Fault" ein.
Die Messung liefert die besten Ergebnisse, wenn die Mittenfrequenz des R&S FSH gleich der Betriebsfrequenz des Messobjekts eingestellt wird.

➢ Die Taste FREQ drücken.

➢ Die Mittenfrequenz (CENTER) eingeben (z. B. die Betriebsfrequenz einer Antenne am Ende des Kabels).

Zur Durchführung der Kabelfehlstellenmessung braucht der R&S FSH die Information über den zu messenden Kabeltyp und die ungefähre Länge des Kabels. Frequenzabhängige Kabelmodelle werden mit der mitgelieferten Windows-Software "FSH View" erzeugt und in den R&S FSH geladen. Die Vorgehensweise ist im Handbuch der FSH View-Software beschrieben. Für eine Frequenz ist die Eingabe der Kabelparameter auch direkt möglich.

**Auswahl eines Kabelmodells aus der Liste:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

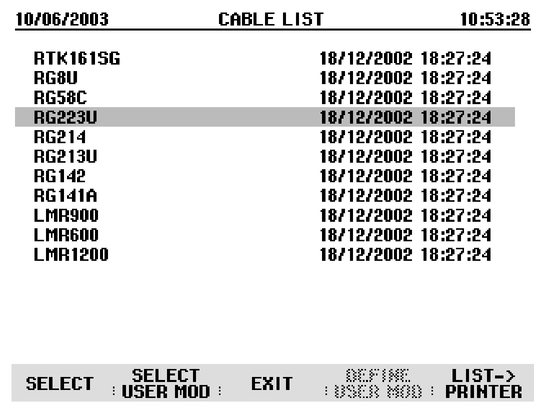
➢ Den Softkey CABLE MODEL drücken.

Der R&S FSH zeigt die Liste der Kabelmodelle an.

➢ Mit dem Drehknopf das gewünschte Kabelmodell auswählen.

➢ Den Softkey SELECT drücken, um das gewählte Kabelmodell zu aktivieren.

Der Analysator kehrt zur DTF-Messfunktion zurück und zeigt oben rechts am Bildschirm das für die Messung benutzte Kabel an.




**Eingabe der Kabelparameter bei einer Frequenz:**

Bei der Verwendung von Kabeln, die nicht in der Liste der im R&S FSH gespeicherten Kabelmodelle enthalten sind, ist die Eingabe der Kabelparameter bei einer Frequenz möglich. Es ist zweckmäßig dabei die Mittenfrequenz der DTF-Messung zu verwenden.

➢ Die Taste MEAS drücken.

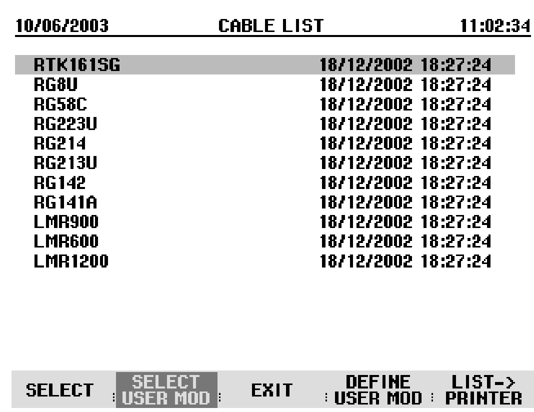
➢ Den Softkey CABLE MODEL drücken.

Der R&S FSH zeigt die Liste der Kabelmodelle (falls vorhanden) an.

➢ Den Softkey SELECT USER MOD drücken.

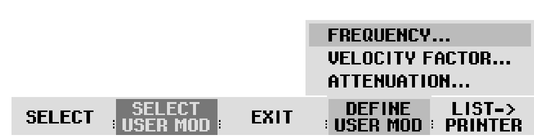
Der Softkey ist grün hinterlegt zum Hinweis, dass ein benutzerspezifisches Kabelmodell gewählt ist.

Die Definition des Kabelmodells erfolgt über den Softkey DEFINE USER MOD.




➢ Den Softkey DEFINE USER MOD drücken.

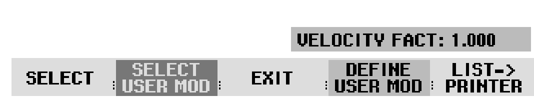
Der R&S FSH öffnet ein Untermenü zur Definition der Frequenz (FREQUENCY...), des Verkürzungsfaktors (VELOCITY FACTOR...) und der Kabeldämpfung (ATTTTENUATION...).




➢ Aus dem Untermenü den entsprechenden Parameter mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten auswählen und die ENTER-Taste drücken.

➢ Den Wert (z. B. VELOCITY FACTOR) für das benutzte Kabel eingeben.

➢ Mit der ENTER-Taste die Eingabe bestätigen.



Der Verkürzungsfaktor (= Geschwindigkeit der Welle im Kabel im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit) und die Dämpfung des Kabels pro Meter oder pro Fuß bei der spezifizierten Frequenz ist den Datenblattangaben des Kabel-Herstellers zu entnehmen.

- Mit dem Softkey EXIT das Menü zur Definition des Kabelmodells verlassen.

Der Analysator kehrt zur DTF-Messfunktion zurück und zeigt oben rechts am Bildschirm das für die Messung benutzte Kabel an.

Die Kabellänge verwendet der R&S FSH zur optimalen Einstellung des Frequenzbereichs für die Messung und zur Skalierung der x-Achse. Für optimale Ergebnisse sollte die Kabellänge etwa 20 % bis 50 % länger als die tatsächliche Länge spezifiziert werden.

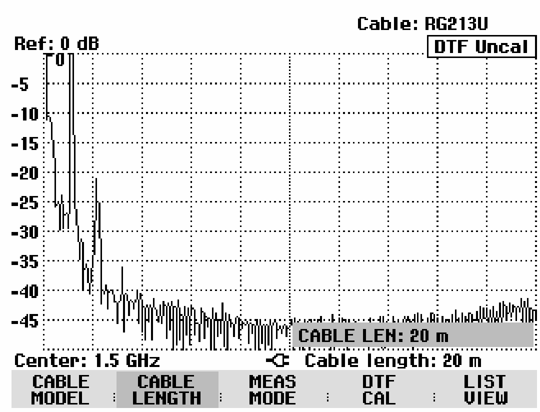
- Den Softkey CABLE LENGTH drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Kabellänge (CABLE LEN) und zeigt die gerade eingestellte Kabellänge an.

- Mit den numerischen Tasten eine Kabellänge in Meter eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen oder
- Mit dem Drehrad (1-m-Schritte) oder den Cursortasten (10-m-Schritte) die Kabellänge verändern.

Wenn die Längeneinheit auf Feet eingestellt ist (mit SETUP: LOCAL SETTINGS), erfolgt die Eingabe in "Feet".

Die minimale Kabellänge ist 3 m. Die maximal eingebbare Kabellänge ist 1000 m.



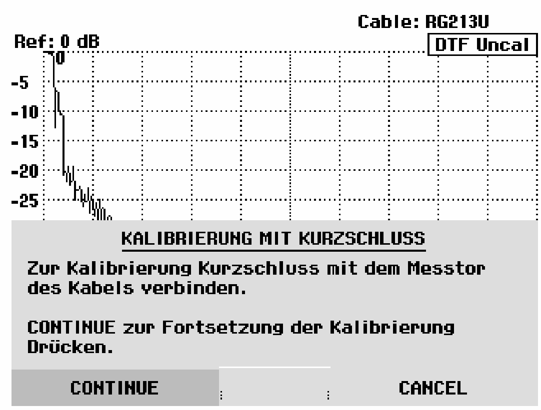

Vor der Messung muss die Messanordnung kalibriert werden.

- Den Softkey DTF CAL drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Textfenster, in dem er zum Abschluss des Messkabels mit einem Kurzschluss auffordert.

- Am Ausgang des Messkabels den Kurzschluss (Short) fest anschrauben.
- Mit den Softkeys CONTINUE die Kurschlusskalibrierung starten.

Während der Kurzschlusskalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung mit Kurzschluss, bitte warten...".




Nach Abschluss der Kalibrierung zeigt der R&S FSH oben rechts am Bildschirm DTF CAL an.

**Hinweis zur Kalibrierung:**

Der R&S FSH führt die Kalibrierung über den gesamten Frequenzbereich durch. Damit kann auf eine erneute Kalibrierung nach Änderung der Kabellänge verzichtet werden. Die Kalibrierdaten werden im Speicher des R&S FSH abgelegt, so dass auch nach Umschalten in eine andere Betriebsart oder Ausschalten des Gerätes die Kalibrierung erhalten bleibt. Voraussetzung für eine gültige Kalibrierung ist allerdings, dass sich die Gerätetemperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 5 °C ändert. Ist dies der Fall, so weist der R&S FSH durch einen roten Punkt vor der Ausgabe • DTF auf einen erhöhten Messfehler hin. Eine Neukalibrierung ist dann zu empfehlen.

- Den Kurzschluss vom Messkabel abschrauben.
- Das zu vermessende Kabel an das Messkabel anschrauben.

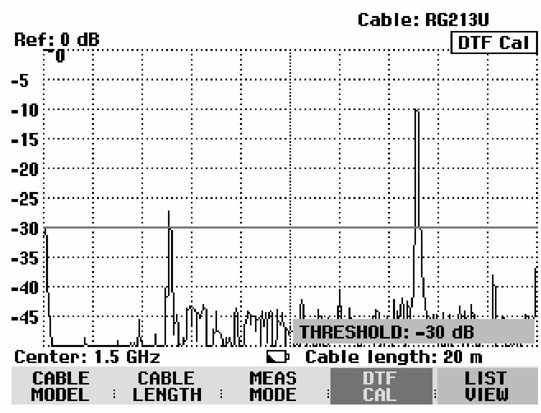
Der R&S FSH zeigt die Reflexionen des vermessenen Kabels über dem Abstand an.

Die Kabelfehlstellen kann der R&S FSH auch in einer Liste ausgeben. Er zeigt alle Reflexionen, die einen vorgebbaren Schwellwert überschreiten mit der Höhe der Reflexionsdämpfung und dem Abstand von der Messebene an.

- Den Softkey LIST VIEW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Schwelle (Threshold) und zeigt zugleich die Schwelle mit einer horizontalen Linie im Messdiagramm an.

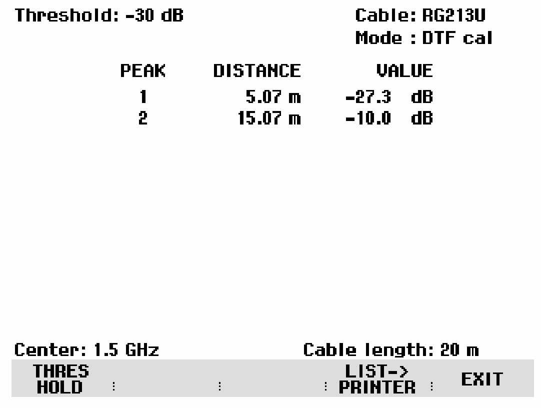
- Die Schwelle mit den Cursortasten (5-dB-Schritte), dem Drehrad (1-dB-Schritte) oder durch numerische Eingabe mit den Zahlentasten einstellen.




- Die ENTER-Taste drücken oder den Softkey LIST VIEW nochmals drücken.

Der R&S FSH zeigt die Tabelle mit allen Reflexionen über dem Schwellwert sortiert nach Abstand von der Messebene an.

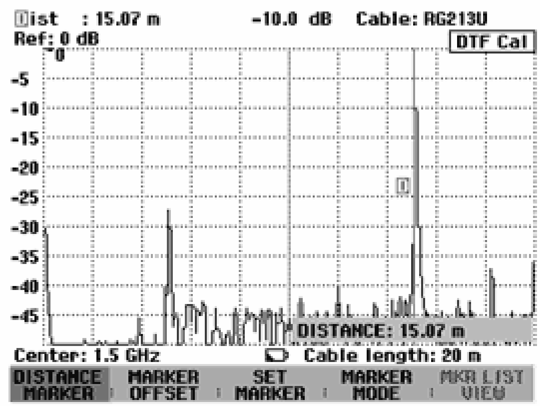
- Um die Liste zu schließen und zur graphischen Anzeige zurückzukehren den Softkey EXIT drücken.



- ➢ Die Taste MARKER drücken.

Der R&S FSH öffnet das Markermenü und setzt den Marker auf die größte Fehlstelle. Im Ausgabefeld für den Marker gibt er den Abstand der Fehlstelle von der Messebene in Metern und deren Reflexionsdämpfung aus.

- ➢ Den Distance-Marker durch Eingabe eines Zahlenwerts, Drehen am Drehrad (pixelweise) oder mit den Cursortasten (in 10 %-Schritten vom Darstellbereich) verändern.



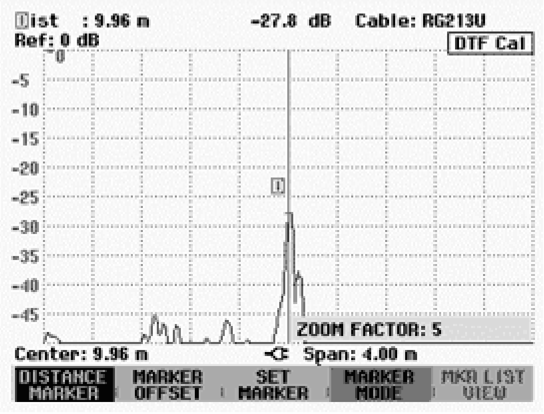

Für eine höhere Auflösung einer Fehlstelle bietet der R&S FSH eine Zoomfunktion an der Stelle des Markers an. Die x-Achse des Displays kann bis auf 3 Meter Darstellbereich gedehnt werden.

- ➢ Den Softkey MARKER MODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ZOOM ON auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.

Das Eingabefeld für den Dehnungsfaktor erscheint am Display. Gleichzeitig dehnt der R&S FSH die x-Achse um den Faktor 2.

- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Zoomfaktor auf den gewünschten Wert einstellen.

Am Bildschirmabzug rechts ist zu erkennen, dass die Fehlstelle des vermessenen Kabels aus zwei Übergängen besteht. Tatsächlich wurde eine 7 cm lange Kupplung verwendet, um zwei Kabel zu verbinden.




Die Zoom-Funktion wie folgt wieder ausschalten:

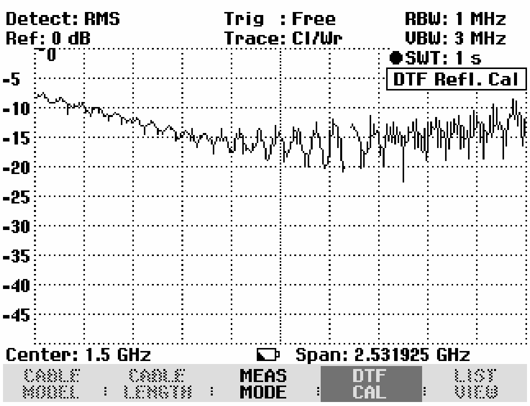
- ➢ Im Marker-Menü den Softkey MARKER MODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ZOOM OFF auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys MARKER MODE bestätigen.

Die Rückflussdämpfung des gemessenen Kabels überprüfen:

- ➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehknopf oder den Cursortasten REFLECTION auswählen.
- ➢ Die Auswahl durch nochmaliges Drücken des Softkeys MEAS MODE oder durch Drücken der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH misst die Reflexionsdämpfung in dem Frequenzbereich, in dem er auch die Kabelfehlstellenmessung durchführt.

Zum Hinweis, dass der R&S FSH die Reflexionsdämpfung misst, zeigt er oben rechts am Bildschirm DTF refl. cal an.

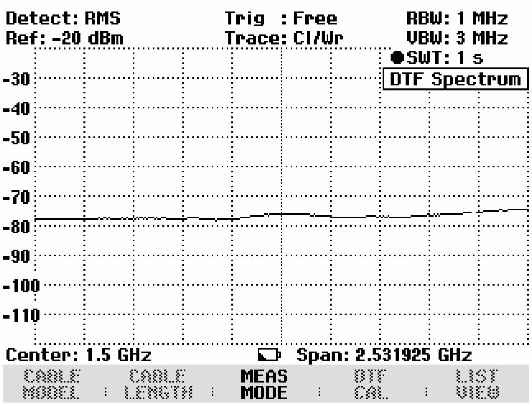



Anzeige des Spektrums zur Überprüfung von externen Störsignalen:

- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehknopf oder den Cursortasten SPECTRUM auswählen.
- Die Auswahl durch nochmaliges Drücken des Softkeys MEAS MODE oder durch Drücken der ENTER-Taste bestätigen.

Mit der Einstellung SPECTRUM schaltet der R&S FSH den Mitlaufgenerator aus und stellt das Spektrum im Frequenzbereich der DTF-Messung dar.

Als Hinweis, dass der R&S FSH in der Spektrumsdarstellung arbeitet, gibt er oben rechts am Bildschirm DTF Spectrum aus. Er verwendet ansonsten exakt die Einstellungen, die er auch für die DTF-Messung verwendet.



# Betrieb im Empfänger-Modus

(nur verfügbar, wenn die Option R&S FSH-K3 installiert ist)

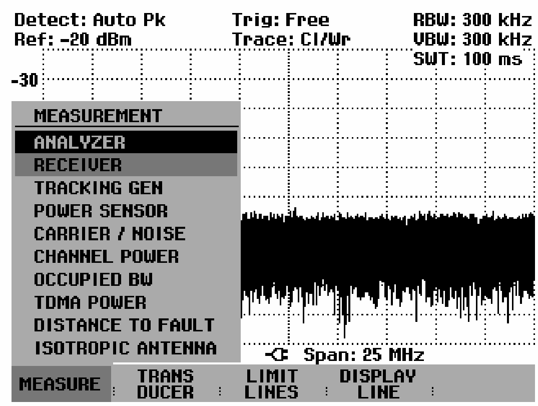
Für die Messung von Pegeln auf einer Frequenz bietet der R&S FSH optional den Empfängermodus an (Option R&S FSH-K3). Der R&S FSH verhält sich damit wie ein Empfänger, der auf einer vorgegebenen Frequenz den Pegel misst.

Einschalten des Empfängermodus:

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

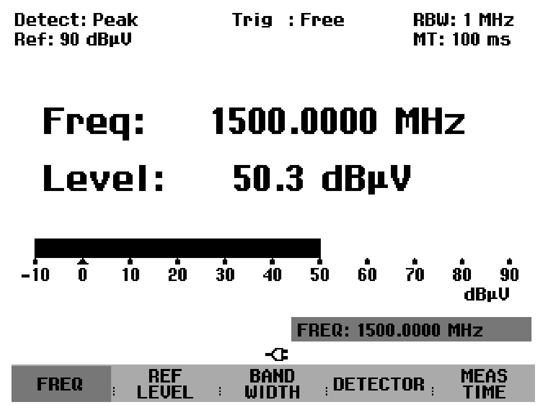
Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt RECEIVER auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.




Der R&S FSH schaltet den Empfängermodus ein und misst den Pegel auf der eingestellten Frequenz.

Die wichtigsten Einstellungen der Messparameter sind direkt im Hauptmenü des Empfängermodus verfügbar oder können über die entsprechenden Tasten eingegeben werden.



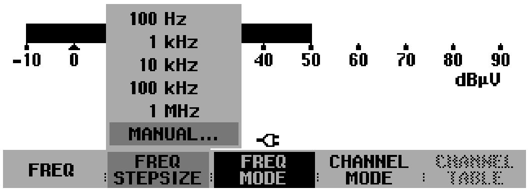

**Einstellung der Frequenz:**

- Den Softkey FREQ im Hauptmenü des Empfänger-Modus drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Frequenz verstimmen oder mit den numerischen Tasten eine neue Frequenz eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Alternativ kann die Frequenz auch über die Taste FREQ eingegeben werden.

**Wahl der Frequenzschrittweite:**

Sie Frequenzauflösung im Empfängermodus beträgt 100 Hz. Abhängig von der Applikation kann die Abstimmschrittweite angepasst werden.




- ➢ Die Taste FREQ drücken.
- ➢ Den Softkey FREQ STEPSIZE drücken.
- ➢ In der Auswahltabelle die gewünschte Schrittweite einstellen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- ➢ Mit MANUAL... können beliebige Schrittweiten eingestellt werden.
- ➢ Dazu in der Auswahltabelle für die Schrittweite MANUAL... wählen.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Abstimmschrittweite verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste bestätigen oder mit dem numerischen Tastenfeld eine beliebige Schrittweite eingeben und die Eingabe mit einer Einheiten-Taste abschließen.

**Frequenzabstimmung in Kanalrastern:**

Alternativ zur Frequenzeingabe kann der R&S FSH in Kanälen abgestimmt werden. Die Definition der Kanaltabellen, die der R&S FSH benutzt, um die zu den Kanälen gehörigen Frequenzen einzustellen, erfolgt entweder mit der R&S FSH View Software oder durch direkte Eingabe der ersten Kanalnummer, der zugehörigen Frequenz, der Anzahl der Kanäle und des Kanalabstands.

- ➢ Die Taste FREQ drücken.
- ➢ Den Softkey CHANNEL MODE drücken.

Der R&S FSH benutzt die aktive Kanaltabelle. Der Softkey FREQ für die Frequenzeingabe wird für die Kanaleingabe in CHANNEL umbenannt und anstatt der Frequenz zeigt der R&S FSH die Kanalnummer an. Die Frequenzabstimmung erfolgt nun in Kanalnummern.

Auswahl einer über R&S FSH View vordefinierten Kanaltabelle:




- ➢ Bei eingeschalteter Kanalanzeige (Softkey CHANNEL MODE im Menü FREQ aktiv) den Softkey CHANNEL TABLE drücken.

Der R&S FSH zeigt die gespeicherten Kanaltabellen an.

- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Kanaltabelle auswählen.
- ➢ Den Softkey SELECT zur Aktivierung der Kanaltabelle drücken.

Direkte Eingabe einer Kanaltabelle:

- Bei eingeschalteter Kanalanzeige (Softkey CHANNEL MODE im Menü FREQ aktiv) den Softkey CHANNEL TABLE drücken.
- Den Softkey SELECT USER TAB drücken.

Der R&S FSH verwendet nun die letzte direkt eingegebene Kanaltabelle.

- Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü zur Definition der Kanaltabelle.




- Nochmals den Softkey DEFINE USER TAB drücken.
- Die Nummer des ersten Kanals eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Kursortasten den Menüpunkt 1$^{ST}$ CHANNEL FREQ... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Die Frequenz für die erste Kanalnummer eingeben.
- Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Kursortasten den Menüpunkt NO OF CHANNELS... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Die Anzahl der Kanäle eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Kursortasten den Menüpunkt CHANNEL SPACING... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Den Frequenzabstand der Kanäle eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste bestätigen.
- Den Softkey EXIT zum Verlassen des Menüs zur Definition der Kanaltabellen drücken.

Der R&S FSH zeigt nun anstatt der Frequenz Kanalnummern an. Die zugehörige Frequenz zeigt er zusätzlich oberhalb von Channel an.

**Wahl des Referenzpegels:**

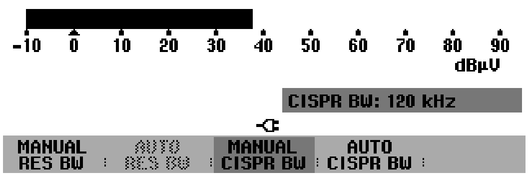
Der Referenzpegel ist der maximale Pegel der analogen Bargraphanzeige, Er ist so einzustellen, dass sich die Pegelanzeige innerhalb der Bargraphskala befindet.

- Im Hauptmenü des Empfänger-Modus (Taste MEAS) den Softkey REF LEVEL drücken. Oder die Taste AMPT drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Referenzpegel verändern oder einen neuen Referenzpegel mit den Zifferntasten eingeben.
- Die Eingabe mit der ENTER-Tasten abschließen.

**Wahl der Bandbreite:**

Im Empfängermodus stehen die gleichen Bandbreiten wie im Analysatorbetrieb zur Verfügung. Zusätzlich sind die Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz und 120 kHz für Störemissionsmessungen nach CISPR16 verfügbar.

- Die Taste BW drücken.
- Mit den Zifferntasten die gewünschte Bandbreite eingeben und die Eingabe mit der Einheit abschliessen.
- Für die Eingabe einer CISPR-Bandbreite den Softkey MANUAL CISPR BW drücken.




- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Bandbreite verändern oder mit den Zifferntasten eine neue Bandbreite eingeben und die Eingabe mit der passenden Einheitentaste abschliessen.

Da nach CISPR16 die CISPR-Bandbreiten an die eingestellte Frequenz gebunden sind, bietet der R&S FSH an diese Kopplung zu übernehmen:

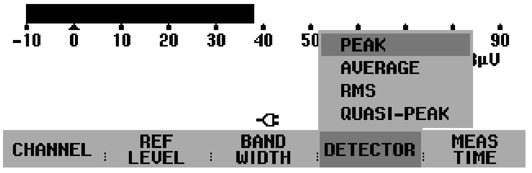
- Den Softkey AUTO CISPPR BW drücken.

Der R&S FSH stellt automatisch abhängig von der gewählten Frequenz die passende Bandbreite ein.

**Einstellung des Detektors:**

Der Empfänger-Modus des R&S FSH bietet einen Spitzenwert. (Peak), Mittelwert- (Average), Effektivwert- (RMS) und Quasi-Peak-Detektor an.
Der Detektor wird entweder im Hauptmenü des Empfänger-Modus oder über die Taste TRACE eingestellt.

- Im Hauptmenü des Empfänger-Modus den Softkey DETECTOR drücken oder die Taste TRACE und dann den Softkey DETECTOR drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten in der Auswahlliste den gewünschten Detektor wählen.
- Die Taste ENTER drücken.




**Einstellung des Messzeit:**

Die Messzeit ist die Zeit, in der der R&S FSH Messwerte sammelt und entsprechend dem gewählten Detektor zu einem Anzeigeergebnis zusammenfasst.

- Im Hauptmenü des Empfänger-Modus den Softkey MEAS TIME drücken oder die Taste SWEEP drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Messzeit verstellen oder mit den Zifferntasten eine neue Messzeit eingeben und mit der Einheit abschließen.

*Hinweis:* *Wenn der Detektor Quasi-Peak gewählt ist, sollte die Messzeit größer als 100 ms gewählt werden, damit schwankende oder pulsartige Signale richtig gemessen werden.*

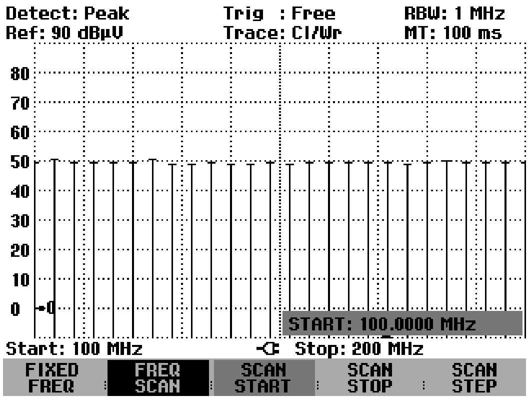
**Scan im Empfängermodus:**

Der R&S FSH kann im Empfängermodus über eine definierte Anzahl von Frequenzen scannen und die Messergebnisse graphisch darstellen. Er misst dabei auf jeder Frequenz mit der eingestellten Messzeit.

- Die Taste SPAN drücken.
- Den Softkey FREQ SCAN drücken.

Der R&S FSH schaltet in den Scan-Modus und stellt die Messpegel auf den einzelnen Frequenzen als vertikale Linien dar.

- Den Softkey SCAN START drücken.
- Die Startfrequenz für den SCAN eingeben.
- Den Softkey SCAN STOP drücken.
- Die Stoppfrequenz für den Scan eingeben.
- Den Softkey SCAN STEP drücken.
- Die Schrittweite für den Scan eingeben.




Auc
h ein Scan über Frequenzen einer Kanaltabelle ist möglich. Eine Kanaltabelle ist dabei ist wie folgt einzuschalten:

- Taste FREQ drücken.
- Softkey CHANNEL MODE drücken.

Der R&S FSH misst nun auf den Frequenzen der Kanaltabelle.

# Messung des Träger-Rauschleistungsverhältnisses

(Ab Firmware-Version 8.0 verfügbar.)

Für die Messung des Verhältnisses Trägerleistung zu Rauschleistung bietet der R&S FSH die Messung Carrier / Noise an. Er führt die Messung in zwei Schritten durch. Im ersten Schritt wird die Trägerleistung eines Übertragungskanals gemessen oder eine Referenzleistung bestimmt, welche dann zur C/N-Berechnung verwendet wird. Im zweiten Schritt misst der R&S FSH die Rauschleistung eines unbelegten Übertragungskanals und berechnet das Verhältnis der Trägerleistung zur Rauschleistung.

**Bestimmung der Trägerleistung (Referenzleistung bzw. Referenzpegel)**

Der R&S FSH bietet die Trägerleistungsmessung für drei unterschiedliche Modulationstypen an.

- Digital Tx
  In der Betriebsart Digital Tx wird die Kanalleistung eines Referenzkanals gemessen. Diese Art ist bei digital modulierten Trägern gebräuchlich, bei denen die Leistung gleichverteilt ist, d. h. die Trägerleistung unabhängig vom Modulationssignal ist.
- Analog TV
  In der Betriebsart Analog TV wird die Spitzenleistung des Bildträgers gemessen. Diese Art ist bei amplitudenmodulierten TV-Signalen gebräuchlich.
- CW Tx
  In der Betriebsart CW Tx wird die Leistung eines unmodulierten Trägers gemessen.
- Manuelle Eingabe einer Referenzleistung bzw. eines Referenzpegels
  Als weitere Möglichkeit kann der Benutzer eine Referenzleistung bzw. ein Referenzpegel manuell eingeben. Diesen Wert benutzt der R&S FSH dann bei der C/N-Berechnung.

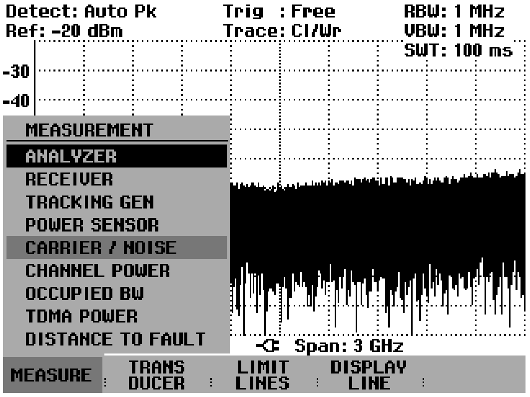
**Rauschleistung und Träger-Rauschleistungsverhältnis**

Zur Messung der Rauschleistung wird der R&S FSH auf einen unbelegten Übertragungskanal eingestellt. Er misst dort die Rauschleistung wird entsprechend der eingestellten Kanalbandbreite Das Leistungsverhältnis zeigt der R&S FSH wahlweise auch bezogen auf die Rauschleistungsdichte des Übertragungskanals ($C/N_0$) an. $C/N_0 = C/N + 10 \lg(\text{Kanalbandbreite / Hz})$

**Einschalten der Carrier / Noise-Messung:**

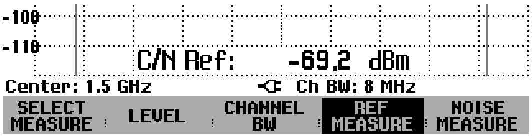
- ➢ Die Taste MEAS drücken.
- ➢ Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.




- ➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt CARRIER / NOISE auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH schaltet den Carrier / Noise-Modus ein und startet die zuletzt gewählte Trägerleistungsmessung.




Die wichtigsten Einstellungen der Messparameter sind direkt im Hauptmenü der Carrier / Noise-Messung verfügbar oder können über die entsprechenden Tasten eingegeben werden.

## Referenzleistung bzw. Referenzpegel

Zur Bestimmung der Referenz ist die Art der Referenzmessung, der Referenzkanal und die Kanalbandbreite des Referenzkanals einzugeben.

**Wahl der Referenzmessung:**

➢ Den Softkey SELECT MEASURE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten das gewünschte Messverfahren zur Bestimmung der Referenzträgerleistung auswählen (Digital Tx, Analog TV oder CW Tx) und mit der ENTER-Taste oder dem Softkey-Taste F1 bestätigen.

Der R&S FSH führt die Referenzmessung entsprechend dem gewählten Modulationsverfahren durch.

**Wahl des Referenzkanals:**

➢ Den Softkey REF MEASURE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Eingabe auswählen (Channel, Vision Carrier Freq, Center Freq oder 8VSB Pilot Freq) und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bestätigen.

Alternativ kann die Kanalmittenfrequenz nach Drücken der Funktionstaste FREQ eingegeben werden.

Der R&S FSH führt die Referenzmessung im gewählten Übertragungskanal durch.

**Eingabe der Kanalbandbreite des Referenzkanals:**

➢ Bei aktivierter Referenzmessung den Softkey CHANNEL BW drücken.

➢ Den gewünschten Wert eingeben und der entsprechenden Einheitentaste abschließen.

Der R&S FSH stellt den Span entsprechend der eingestellten Bandbreite ein.
Die Kanalmittenfrequenz wird bei Eingabe der Bildträgerfrequenz berechnet.

**Einheitenwahl der Referenz:**

➢ Den Softkey LEVEL drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Eingabe auswählen (dBm, dBmV oder dBµV) und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F2 bestätigen.

Das Messergebnis der Referenzmessung wird in der gewählten Einheit angezeigt.

**Manuelle Eingabe der Referenz:**

➢ Den Softkey REF MEASURE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten MAN REFERENCE auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey REF MEASURE bestätigen.

➢ Den gewünschten Referenzwert in der gewählten Referenzeinheit über das numerische Tastenfeld eingeben und mit einer der Einheitentasten abschließen.

**Automatische Pegelung:**

➢ Bei aktivierter Referenzmessung den Softkey LEVEL drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten LEVEL ADJUST auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F2 bestätigen.

Der R&S FSH wird abhängig vom Eingangssignal optimal gepegelt.

## Messung der Rauschleistung

Zur Bestimmung der Rauschleistung ist ein unbelegter Übertragungskanal und dessen Kanalbandbreite einzugeben.

**Wahl der Messwertausgabe:**

- Den Softkey SELECT MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Messwertausgabe auswählen (C/N oder C/$N_0$) und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F1 bestätigen.

Der R&S FSH gibt das Leistungsverhältnis entsprechend der gewählten Ausgabe aus.

**Wahl des unbelegten Übertragungskanals:**

- Den Softkey NOISE MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Eingabe auswählen (Channel, Vision Carrier Freq, Center Freq oder 8VSB Pilot Freq) und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F5 bestätigen.

Alternativ kann die Kanalmittenfrequenz nach Drücken der Funktionstaste FREQ eingegeben werden.

Der R&S FSH führt die Rauschleistungsmessung im gewählten Übertragungskanal durch.

**Eingabe der Kanalbandbreite des Rauschkanals:**

- Bei aktivierter Rauschleistungsmessung den Softkey CHANNEL BW drücken.
- Den gewünschten Wert eingeben und der entsprechenden Einheitentaste abschließen.

Der R&S FSH stellt den Span entsprechend der eingestellten Bandbreite ein.
Die Kanalmittenfrequenz wird bei Eingabe der Bildträgerfrequenz berechnet.

**Automatische Pegelung:**

- Bei aktivierter Rauschleistungsmessung den Softkey LEVEL drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten LEVEL ADJUST auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F2 bestätigen.

Der R&S FSH wird abhängig vom Eingangssignal optimal gepegelt.

**Messwertanzeige ausblenden:**
Das C/N-Leistungsverhältnis bzw. die Referenz wird im Display unten angezeigt. Diese Einblendung kann abgeschaltet werden.

- Den Softkey NOISE MEASURE oder REF MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY OFF auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bzw. F5 bestätigen.

Der R&S FSH blendet die Messwertanzeige aus.

**Messwertanzeige einblenden:**

- Den Softkey NOISE MEASURE oder REF MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY ON auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bzw. F5 bestätigen.

Der R&S FSH blendet die Messwertanzeige im Display unten ein.

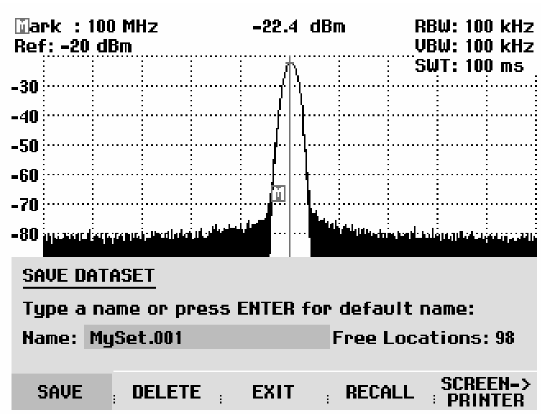
# Abspeichern und Laden von Messergebnissen

Messergebnisse und Einstellungen kann der R&S FSH im internen CMOS-RAM abspeichern. Die Messergebnisse speichert er immer zusammen mit den zugehörigen Einstellungen, so dass bei Wiederaufruf die Zuordnung der Ergebnisse auf alle Fälle eindeutig ist. Der R&S FSH kann maximal 100 Datensätze speichern, die durch ihren Namen unterschieden werden.

## Messergebnisse abspeichern

➢ Die Taste SAVE / PRINT drücken.

➢ Den Softkey SAVE drücken.




Der R&S FSH öffnet eine Textbox, in der er den Benutzer zur Eingabe eines Namens für den Datensatz auffordert.

Er zeigt im rot hinterlegten Eingabefeld den Namen des zuletzt gespeicherten Datensatzes mit einer um eins erhöhten Erweiterung an, der mit der ENTER-Taste bestätigt werden kann. Der Einfachheit halber speichert der R&S FSH den Datensatz auch nach zweimaligem Drücken auf den Softkey SAVE unter dem vorgeschlagenen Namen ab.

Durch Drücken der BACK-Taste blättert der R&S FSH durch die Liste der Namen der bereits vorhandenen Datensätze und zeigt diese mit der ersten freien Erweiterung an. Damit kann zum Beispiel der Name des zuletzt aufgerufenen Datensatzes gewählt werden, um die Messergebnisse abzuspeichern.

Ein neuer Name kann mit dem numerischen Tastenfeld eingegeben werden. Die Belegung der Tasten mit den Buchstaben entspricht der Belegung der Tasten von Mobiltelefonen. Entsprechend der Beschriftung oberhalb der Tasten wird ein Buchstabe durch mehrfaches Drücken der entsprechenden Taste eingegeben.

Des weiteren ist in der Textbox die Anzahl der noch freien Speicherplätze (FREE LOCATIONS) angezeigt.

➢ Mit dem numerischen Tastenfeld einen Namen für den Datensatz eingeben.

➢ Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

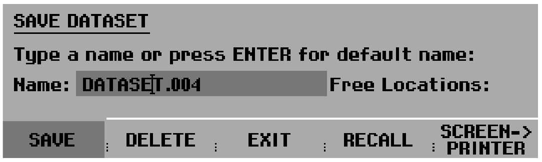
Der Datensatz wird unter dem angegebenen Namen im internen CMOS-RAM des R&S FSH abgelegt.

Der Name eines existierenden Datensatzes kann mit den Cursortaten editiert werden. Damit ist es nicht notwendig den Namen eines Datensatzes vollständig neu einzugeben.

➢ Die Taste SAVE drücken.

Der R&S FSH schlägt einen Namen für den zu speichernden Datensatz vor.

➢ Eine Cursortaste drücken (∧ oder ∨).




Der R&S FSH positioniert einen vertikalen Cursor am Ende des Namens für den Datensatz.

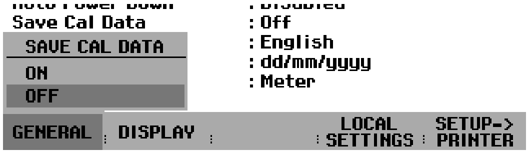
- Mit der Taste ‚∨‘ den Cursor nach links bewegen.
- Mit der Taste ‚∧‘ den Cursor nach rechts bewegen.
- An der Stelle des Cursors mit Hilfe des Tastenfeldes ein neuer Buchstabe oder eine Zahl einfügen.
- Mit der Taste BACK den Buchstaben oder die Ziffer vor dem Cursor löschen.

## Speicherung von Kalibrierdaten

Bei skalarer Messung der Transmission oder der Reflexion kann der R&S FSH mit den Einstellungen und Messwerten auch die Kalibrierdaten abspeichern. Er benötigt dabei den doppelten Speicherplatz wie die der Speicherung ohne Kalibrierdaten. Die maximale Anzahl der speicherbaren Datensätze verringert sich damit entsprechend. Mit dem R&S FSH6 und R&S FSH3 Model 23 (ab Seriennummer 102314) ist es auch möglich die Kalibrierdaten für die vektorielle Messung der Transmission oder der Reflexion abzuspeichern.

In der Grundeinstellung ist die Speicherung der Kalibrierdaten abgeschaltet.

- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey GENERAL drücken.
- SAVE CAL DATA... auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey GENERAL abschließen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten ON oder OFF auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.




Der Zustand der Kalibrierdatenspeicherung ist im Menü SETUP eingetragen.

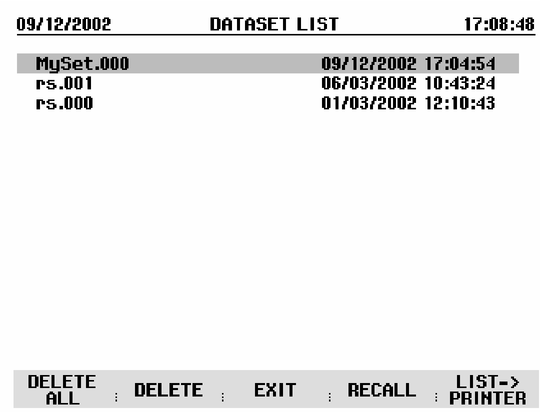
Bei Aufruf von Datensätzen mit gespeicherten Kalibrierdaten überprüft der R&S FSH, ob die momentane Betriebstemperatur der bei der Speicherung der Daten entspricht. Wenn dies nicht der Fall ist, weist er durch einen roten Punkt vor der Bildschirmausgabe • Transmission oder • Reflection auf die notwendige Neukalibrierung hin.

## Messergebnisse laden

Früher abgespeicherte Messergebnisse und Einstellungen werden mit der Recall-Funktion des R&S FSH wieder verfügbar.

- Die Taste SAVE / PRINT drücken.

- Den Softkey RECALL drücken.



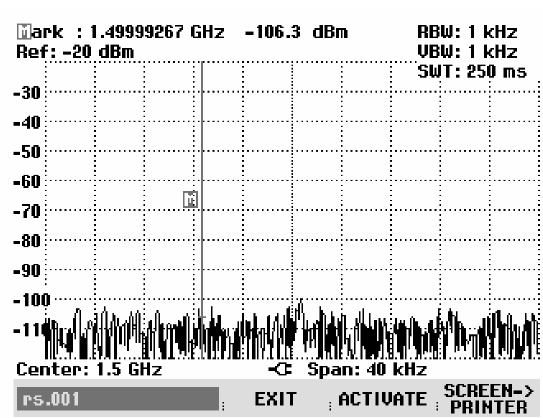

Der R&S FSH öffnet eine Liste mit allen gespeicherten Datensätzen. Der rote Auswahlbalken steht auf dem zuletzt gespeicherten Datensatz.

- Mit dem Drehknopf den gewünschten Datensatz auswählen und die Auswahl durch Drücken des Softkeys RECALL abschließen.

Der R&S FSH zeigt den Inhalt des gewählten Datensatzes graphisch am Bildschirm an ohne dass dessen Einstellungen im Gerät übernommen werden. Damit bietet er die Möglichkeit an, den Datensatz visuell zu überprüfen, bevor dessen Einstellungen übernommen werden.

Der Name des Datensatzes steht unten links am Bildschirmrand. Mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad kann man auch in diesen Einstellungen durch die gespeicherten Datensätze blättern und deren Einstellungen besichtigen.

Der Benutzer hat nun folgende Möglichkeiten:




- Mit dem Softkey STATUS zeigt der R&S FSH alle Einstellungen in Tabellenform an. Bei erneutem Drücken des STATUS-Softkeys kehrt er zum graphischen Display zurück.
- Mit ACTIVATE übernimmt der R&S FSH den Datensatz.
- Mit EXIT zeigt der R&S FSH wieder die Liste der Datensätze an. Ein weiterer Druck auf EXIT veranlasst ihn wieder zu der ursprünglichen Einstellung zurückzukehren ohne einen Datensatz zu laden.
- Mit SCREEN->PRINTER gibt der R&S FSH den Bildschirminhalt an einen angeschlossenen Drucker aus.

Der R&S FSH übernimmt mit ACTIVATE die gespeicherte Messkurve in den Memory-Trace-Speicher. Durch Einschalten der Memory-Messkurve kann die aktuelle Messkurve mit der gespeicherten verglichen werden.

➢ Die Taste TRACE drücken.

➢ Den Softkey SHOW MEMORY drücken.

Der R&S FSH zeigt die gespeicherte Messkurve in weiß und die aktuelle Messkurve in gelb an.

*Hinweis: Die Messkurve des Memory-Trace befindet sich im Bildspeicher des R&S FSH. Sie zeigt die Pegel und Frequenzwerte nur dann richtig an, wenn weder die Frequenzeinstellung noch die Pegeleinstellung am R&S FSH geändert wird.*

# Ausdrucken der Messergebnisse

Der R&S FSH unterstützt die Ausgabe des Bildschirminhaltes auf einen Drucker mit serieller Schnittstelle. Der Druckertyp und die Baudrate der seriellen Verbindung wird in dem Setup-Menü (Taste SETUP) über den Softkey GENERAL und die Menüpunkte PRINTER BAUD... und PRINTER TYPE... eingestellt.

Für Drucker mit einer parallelen Schnittstelle ist ein Seriell/Parallel-Konverter (R&S FSH-Z22) erhältlich.

**Drucker mit serieller Schnittstelle:**

➢ Den Drucker mit dem optischen RS232-Schnittstellenkabel R&S FSH-Z34 mit der optischen Schnittstelle des R&S FSH verbinden.

**Drucker mit paralleler Schnittstelle:**

➢ Das optische RS232-Schnittstellenkabel mit dem Seriell/Parallel-Konverter R&S FSH-Z22 verbinden.

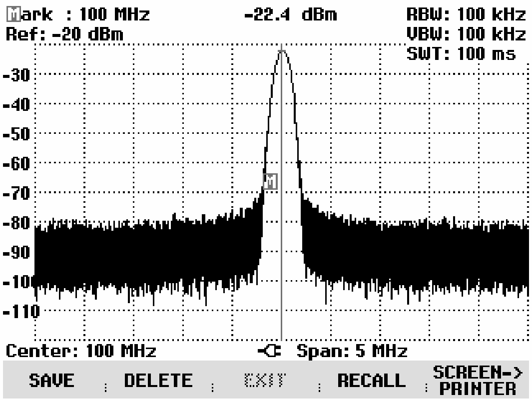
➢ Die Parallelschnittstelle des R&S FSH-Z22 mit dem Drucker verbinden.

➢ Den Seriell/Parallel-Konverter R&S FSH-Z22 einschalten.

**Bedienung des R&S FSH:**

➢ Die Taste SAVE / PRINT drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü SAVE / PRINT, in dem die Funktion Ausdruck der aktuellen Bildschirmdarstellung an einem angeschlossenen Drucker angeboten wird.



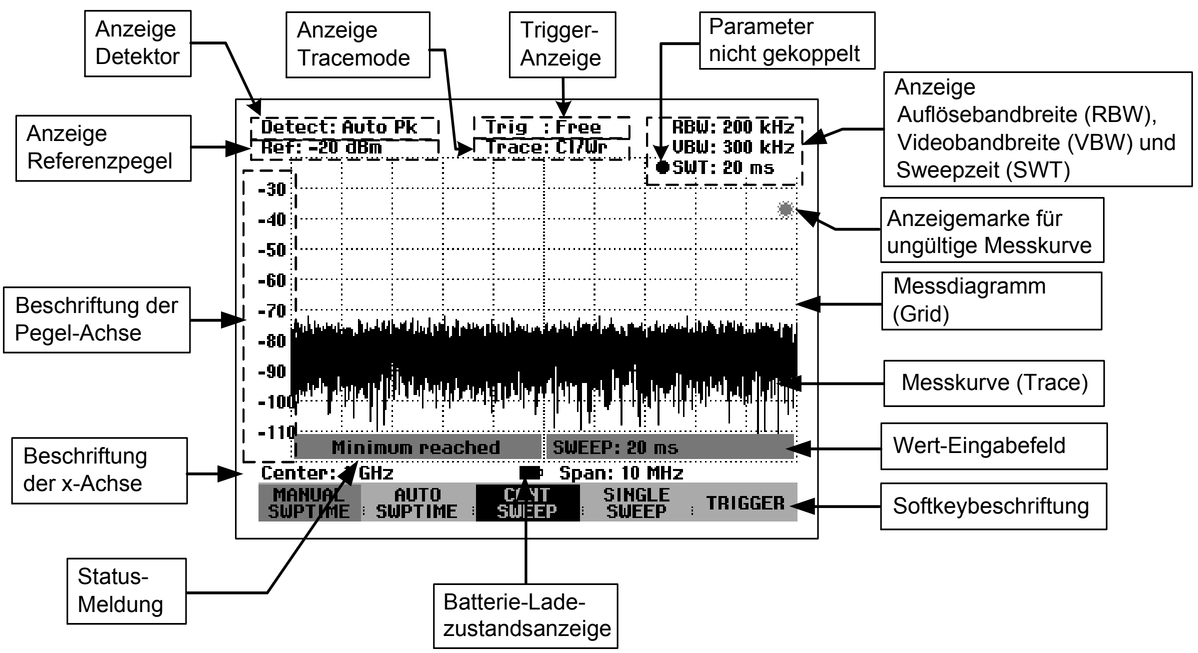

➢ Den Softkey SCREEN->PRINTER drücken.

Der R&S FSH startet den Ausdruck des Bildschirminhaltes auf dem angeschlossenen Drucker.

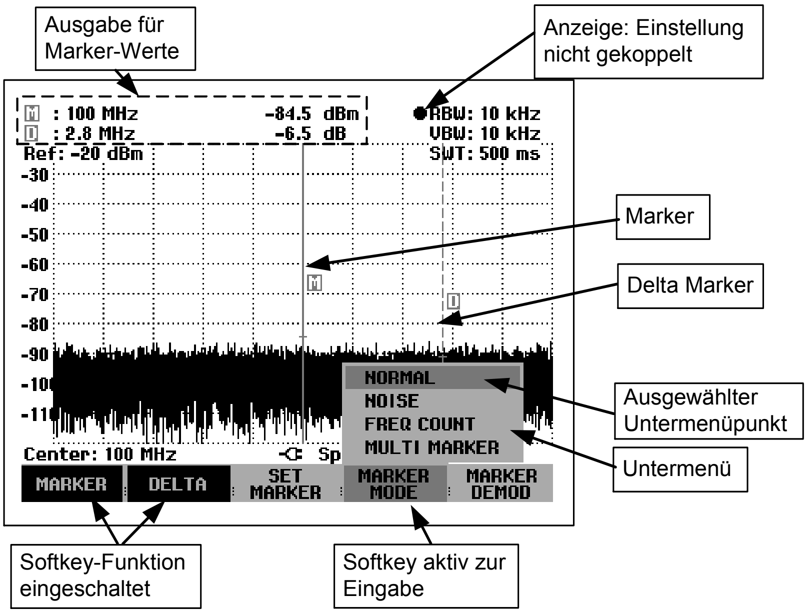
# 3 Bedienung

## Bildschirmaufteilung

### Bildschirmaufteilung bei Messung im Spektrum-Mode ohne Marker



# Bildschirmaufteilung bei Benutzung des Markers

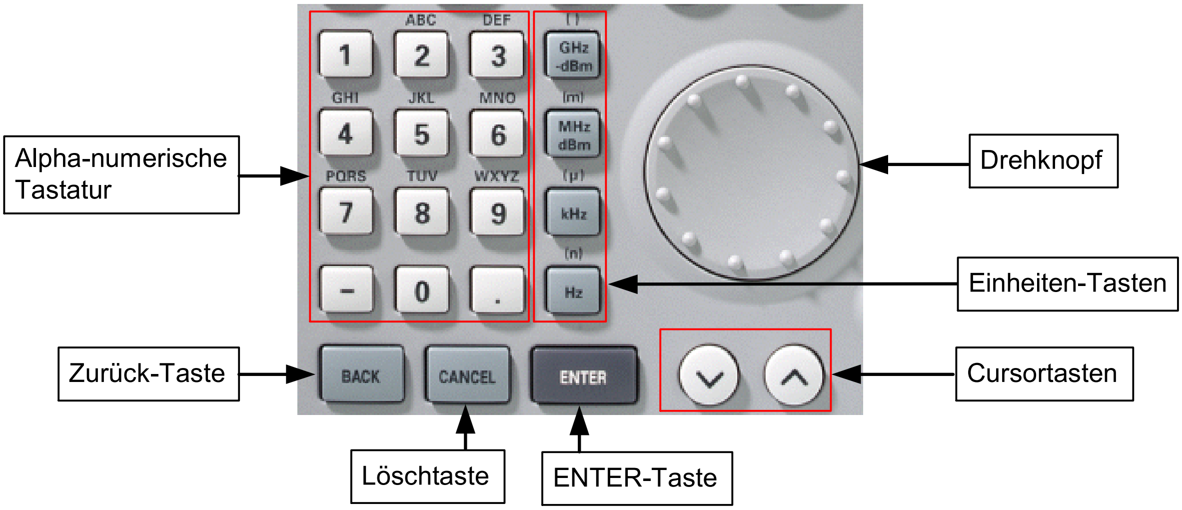



Die Hintergrundfarbe der Softkeybeschriftung zeigt den Status der jeweiligen Softkeyfunktion an:

| **Softkeybeschriftung** | **Bedeutung** |
|---|---|
| Blauer Hintergrund, helle Schrift | Softkeyfunktion ausgeschaltet |
| Blauer Hintergrund, graue Schrift | Softkeyfunktion in der momentanen Einstellung nicht verfügbar |
| Güner Hintergrund | Softkeyfunktion eingeschaltet |
| Roter Hintergrund | Softkeyfunktion zur Werteingabe oder zur Auswahl einer Menüfunktion aktiviert |

# Eingabe von Messparametern

Die Eingabe von Einstellungen und Texten erfolgt entweder über direkten Aufruf von Funktionen oder durch Eingaben von Werten, Einheiten oder Texten. Dazu bietet der R&S FSH verschiedene Bedienmöglichkeiten an.




## Eingabe von Werten und Texten

Werteingaben erfolgen über die Zifferntasten (0 ... 9), das Punkttrennzeichen (.) und die Minustaste (-) der alphanumerischen Tastatur. Diese dient gleichzeitig zur Eingabe von Buchstaben, zum Beispiel bei der Eingabe von Filenamen zum Speichern von Datensätzen. Wenn der R&S FSH eine Eingabe von Buchstaben erwartet, belegt er die Tasten der alpha-numerischen Tastatur automatisch mit den oberhalb den Tasten ausgewiesenen Buchstaben. Die Tasten sind dabei mehrfach belegt. Zum gewünschten Buchstaben gelangt man, indem man die Taste mehrfach drückt. Die Belegung der einzelnen Tasten ist dabei wie folgt:

| Taste | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 1 | | | | | | | | |
| **2** | a | b | c | 2 | A | B | C | | |
| **3** | d | e | f | 3 | D | E | F | | |
| **4** | g | h | i | 4 | G | H | I | | |
| **5** | j | k | l | 5 | J | K | L | | |
| **6** | m | n | o | 6 | M | N | O | | |
| **7** | p | q | r | s | 7 | P | Q | R | S |
| **8** | t | u | v | 8 | T | U | V | | |
| **9** | w | x | y | z | 9 | W | X | Y | Z |
| **-** | - | | | | | | | | |
| **0** | 0 | leer | _ | | | | | | |
| **.** | . | | | | | | | | |

Eingegebene Ziffern oder Buchstaben können mit der Zurück-Taste (BACK) wieder gelöscht werden. Ein Druck auf die BACK-Taste löscht jeweils die letzte Eingabe. Die komplette Eingabe kann mit der Löschtaste (CANCEL) rückgängig gemacht werden.

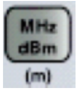
Werteingaben können aber auch mit dem Drehrad oder den Cursortasten gemacht werden. Die Eingabe wird dabei schrittweise verändert und der R&S FSH stellt den entsprechenden Eingabeparameter unmittelbar ein.

## Eingabe von Einheiten

Einheitenbehaftete Werteingaben sind mit einer Einheitentaste abzuschließen. Dazu dienen die Einheitentasten auf der rechten Seite des Ziffernblocks. Diese sind je nach der vom R&S FSH erwarteten Eingabeeinheit mehrfach belegt.



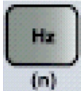
GHz, -dBm, V, s



MHz, dBm, dBmV, mV, ms



kHz, dBµV, µV, µs

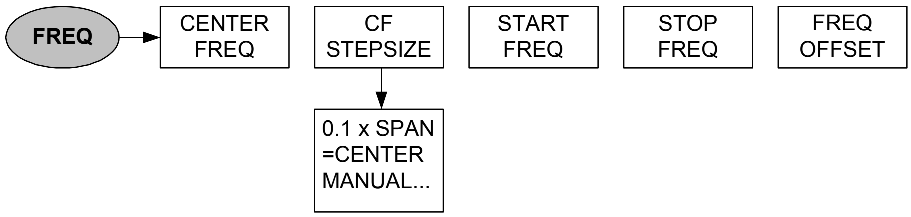


kHz, nV, ns

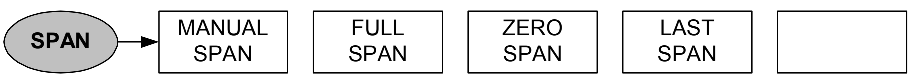
Die relative Einheit dB kann mit jeder der Einheitentasten eingegeben werden.

# Menüübersicht

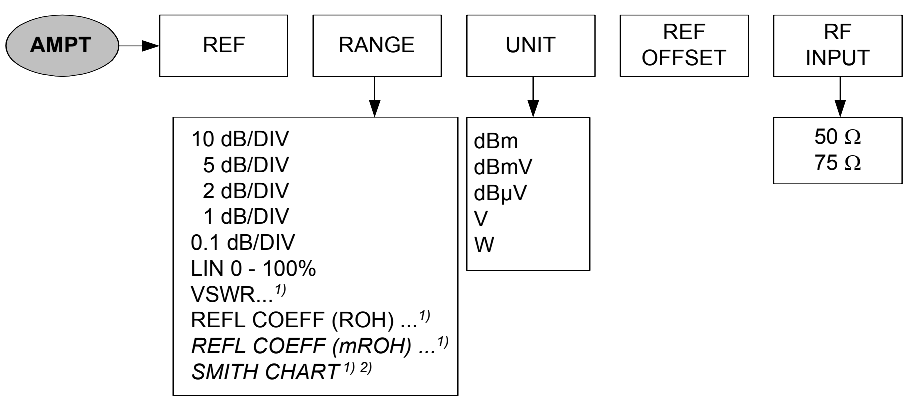
## Frequenzeingabe




## Frequenzdarstellbereich

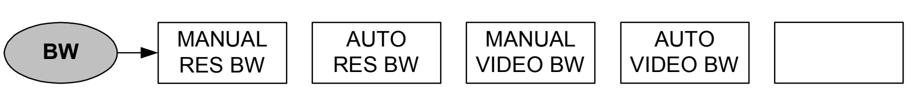



## Pegeleinstellung

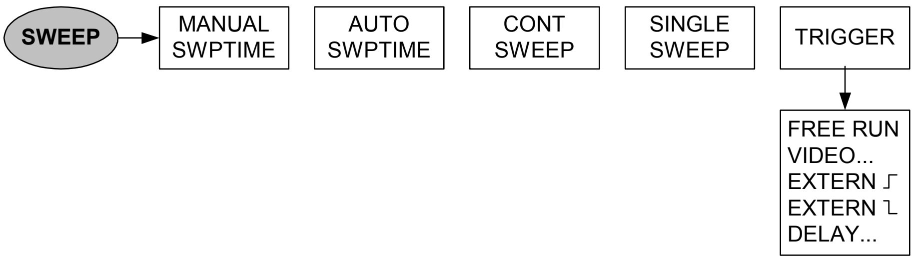



[1] nur bei den Modellen 1145.5850.13, 1145.5850.23 und 1145.5850.26 verfügbar.
[2] nur bei installierter Option R&S FSH-K2 verfügbar.

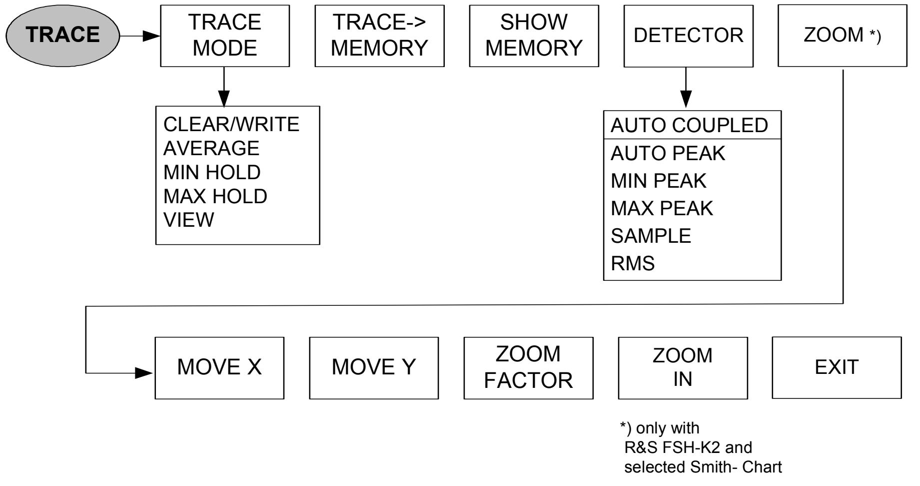
## Bandbreiteneinstellung



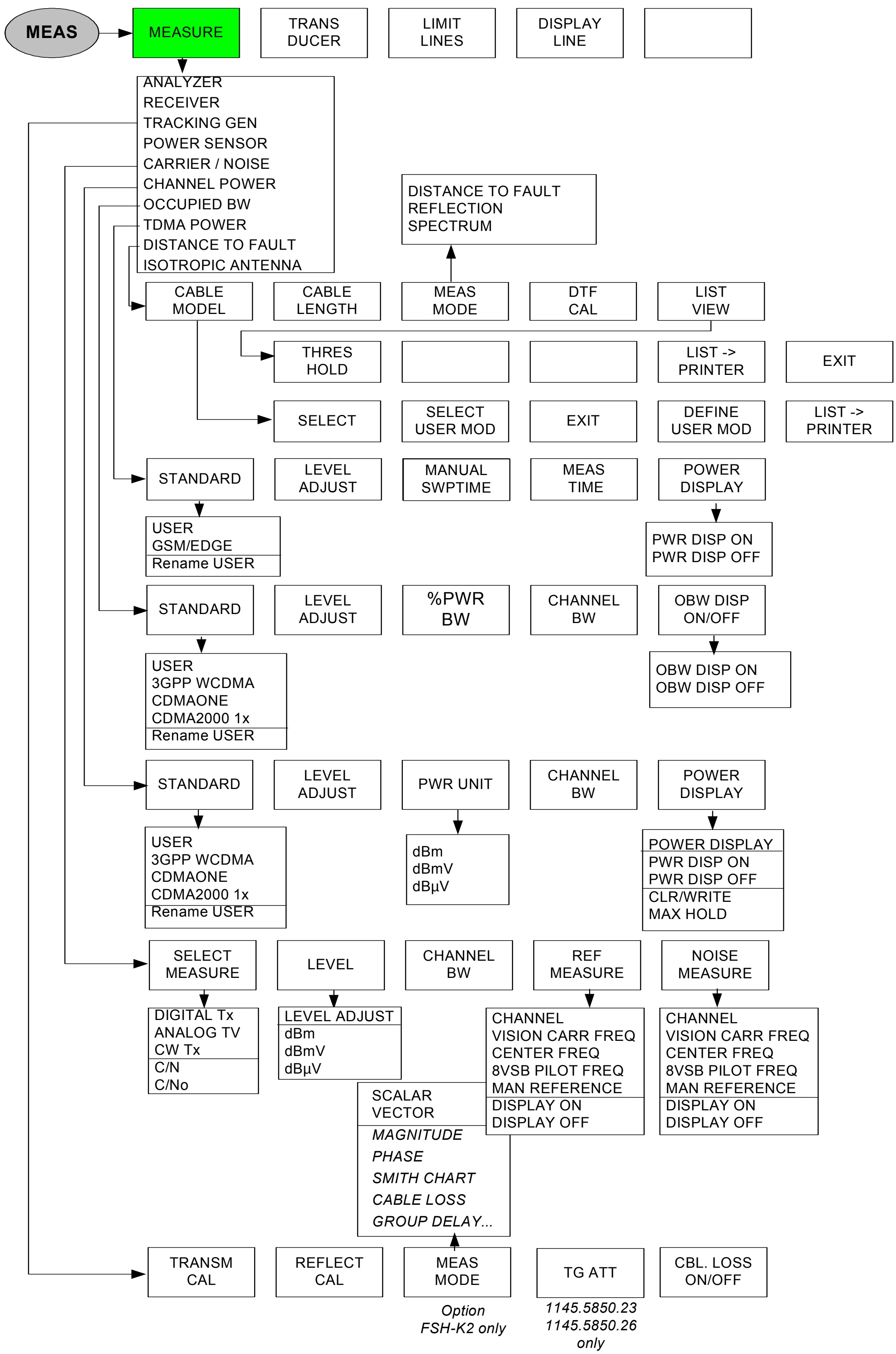
## Sweepablauf



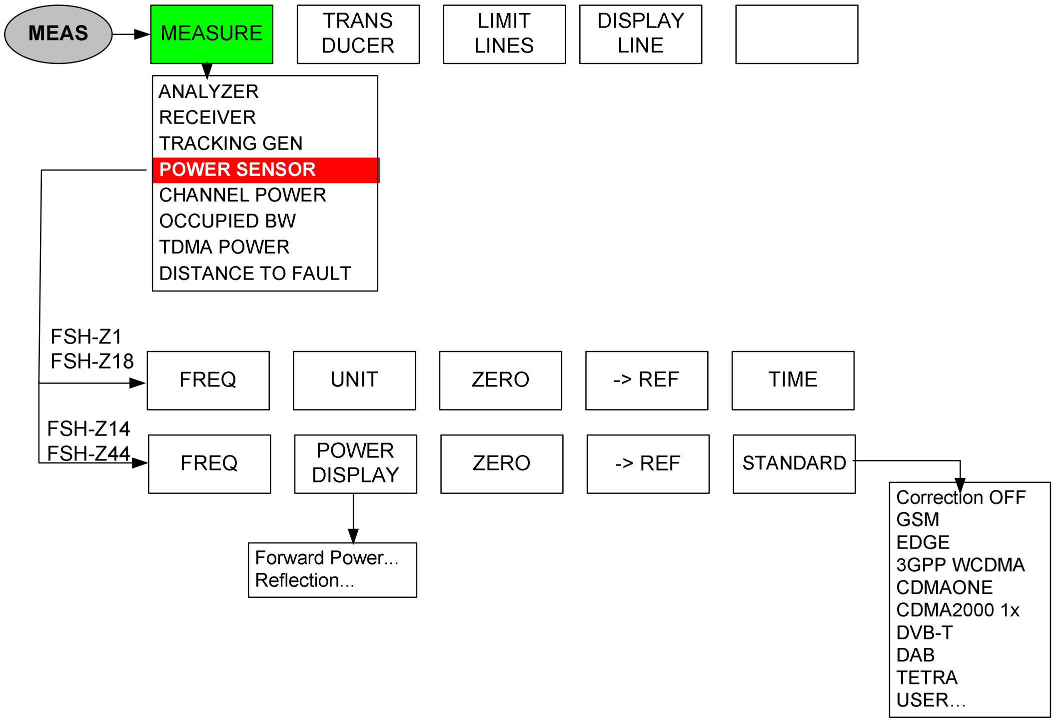

## Einstellungen der Messkurve



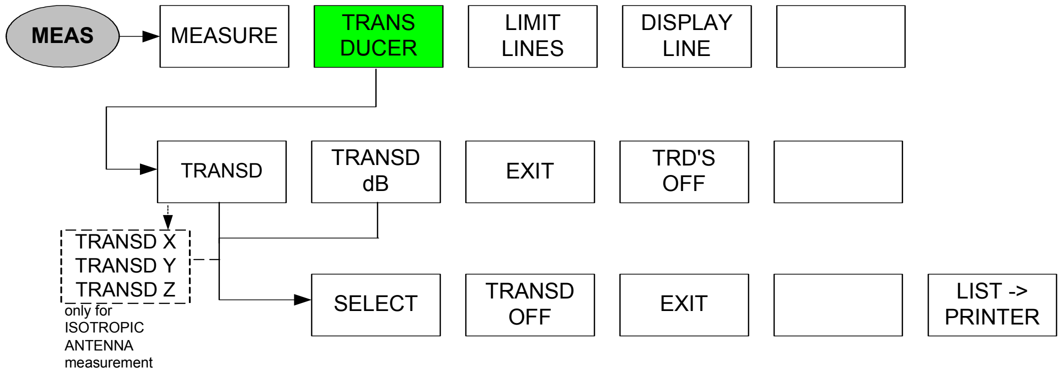
# Messfunktionen



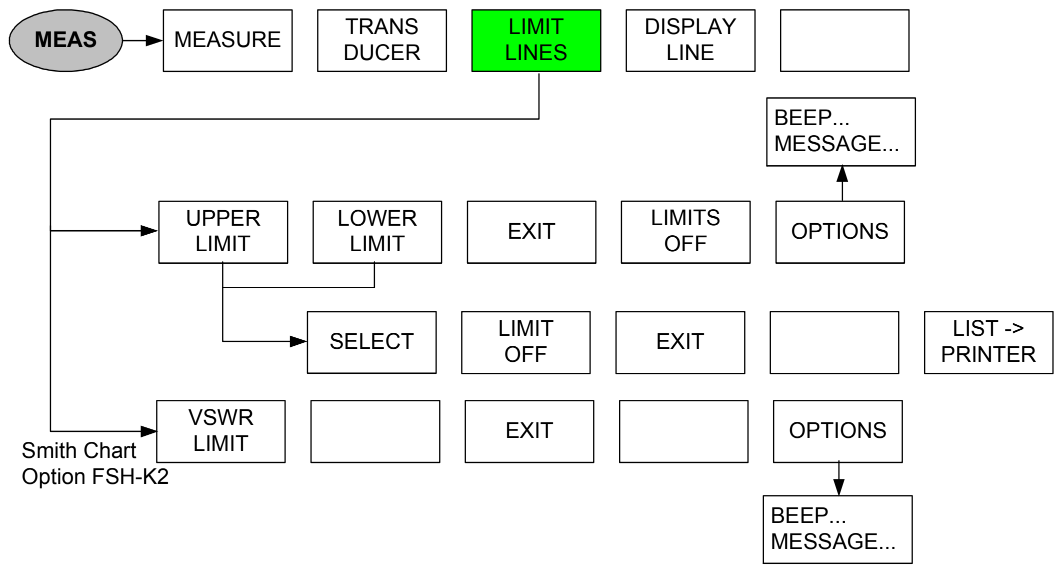
### Menüs für die Leistungsmesser



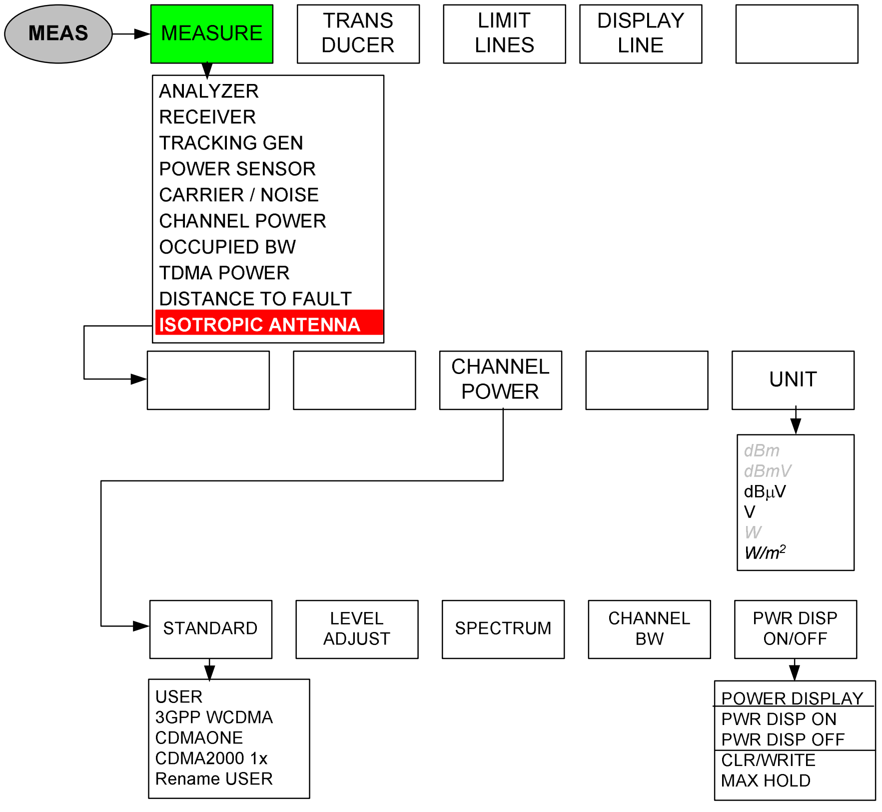

### Menüs zur Transducerbedienung



## Menüs für Grenzwertlinien

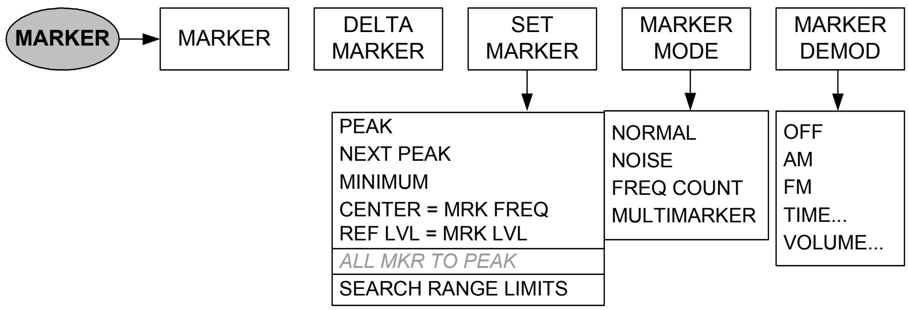



## Menüs für Messung mit isotroper Sonde

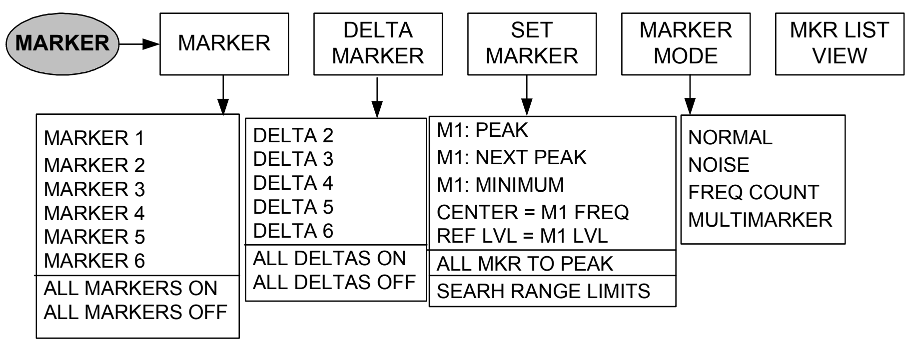


# Marker

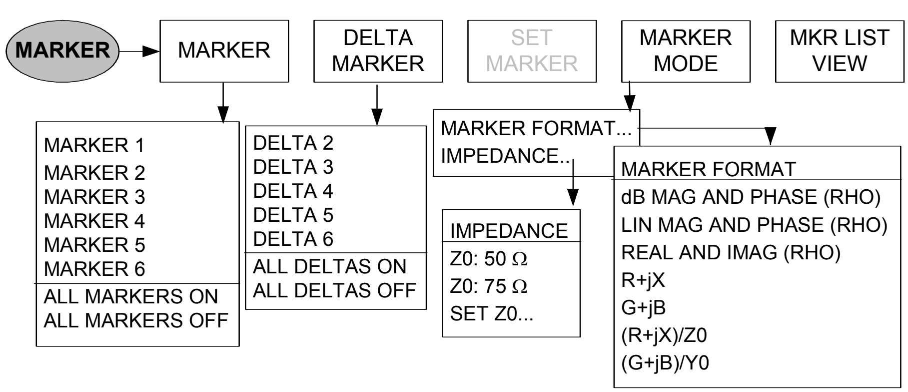
### Analyzer Mode:



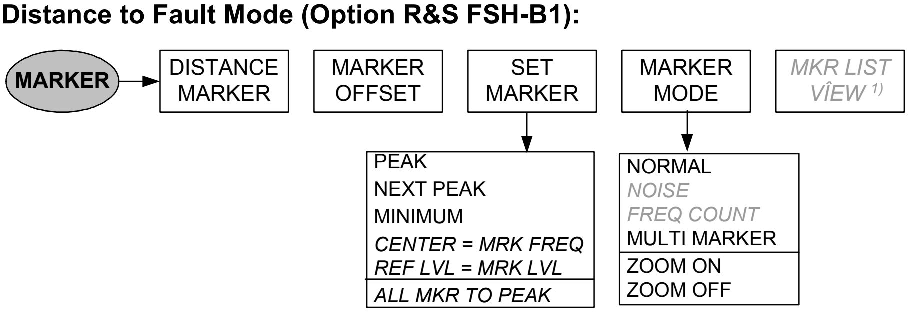

### Analyzer Mode, Multimarker eingeschaltet:




### TG-Mode, Smith-Chart eingeschaltet (Option R&S FSH-K2)

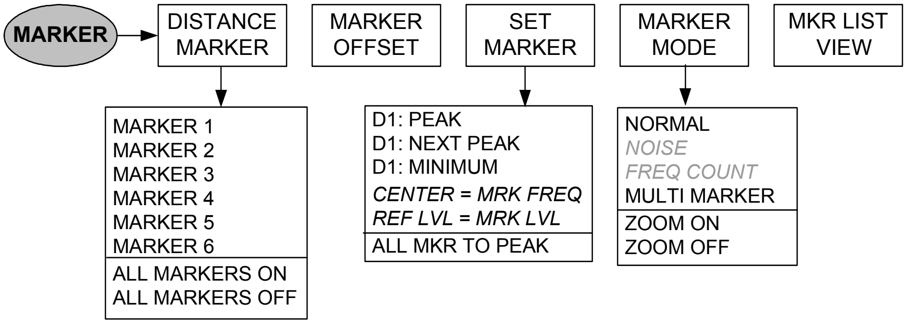



### Distance to Fault Mode (Option R&S FSH-B1):

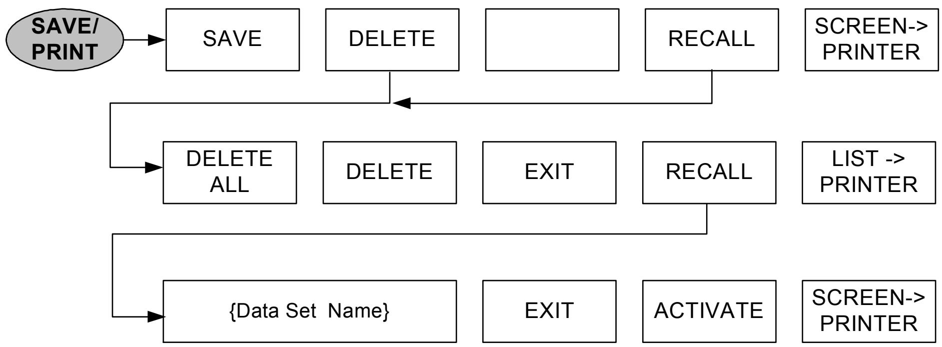



[1)] Nur bei eingeschalteten Multi-Marker verfügbar.

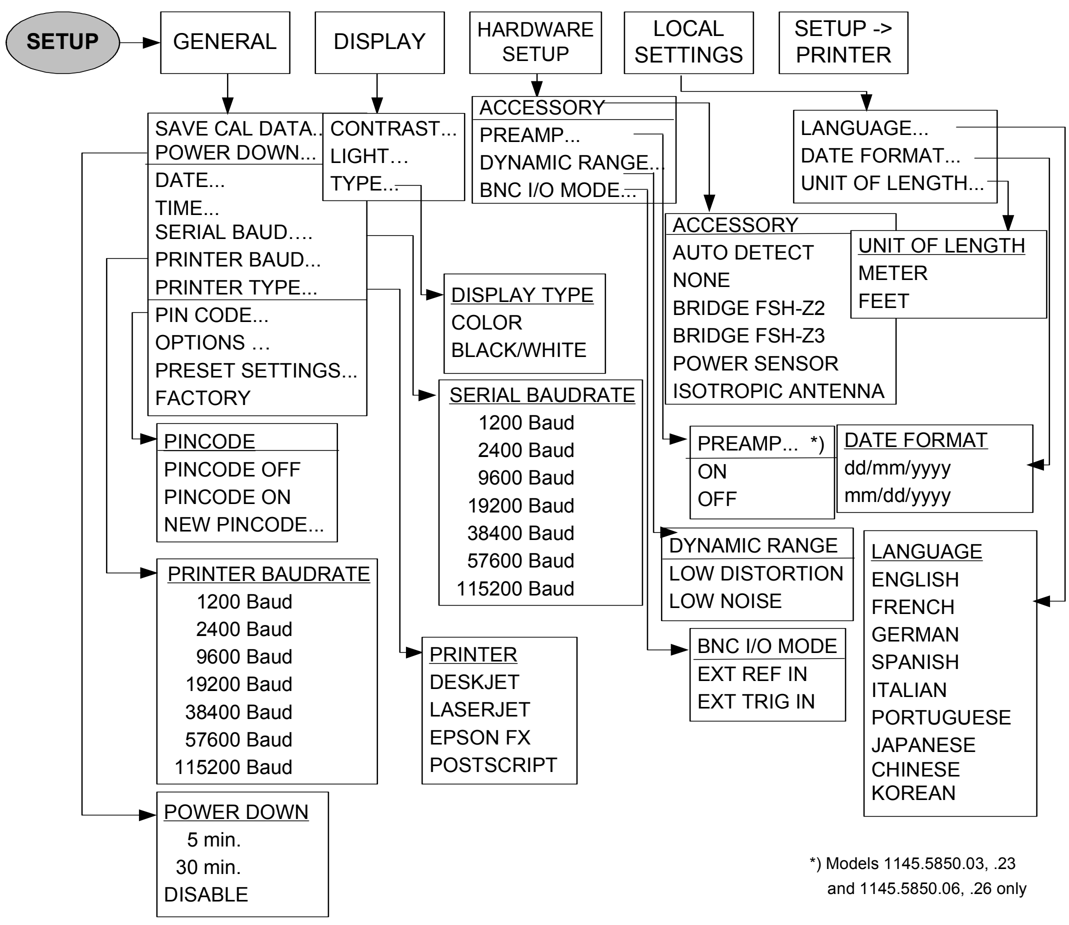
**Distance to Fault Mode (Option R&S FSH-B1), Multimarker eingeschaltet:**



## Speicher und Drucker-Menü

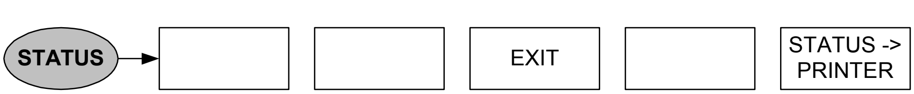



## Konfiguration des Geräts



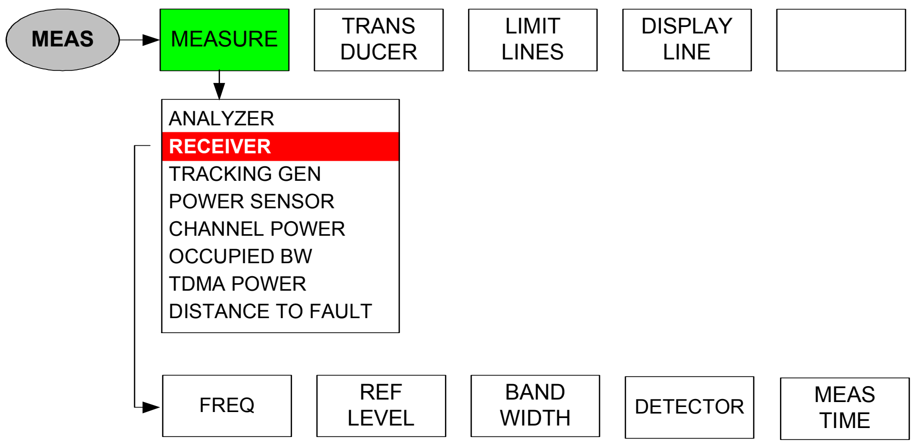

*) Models 1145.5850.03, .23 and 1145.5850.06, .26 only

## Statusanzeige



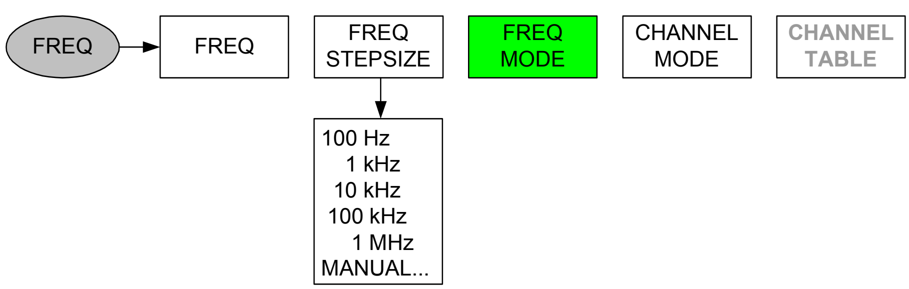
# Menüs im Empfänger-Modus (Option R&S FSH-K3)

**Hauptmenü:**

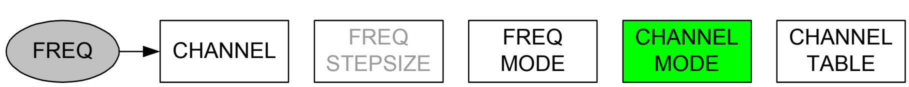



**Taste FREQ**

Frequenzeingabe:

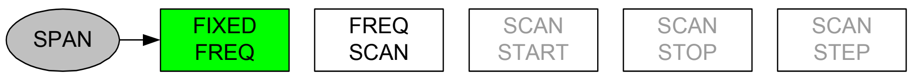



Kanaleingabe:

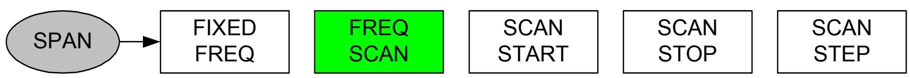


### Taste SPAN

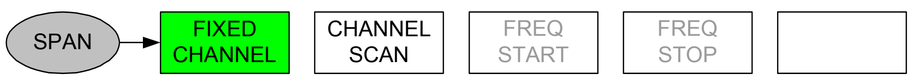
Frequenzeingabe:



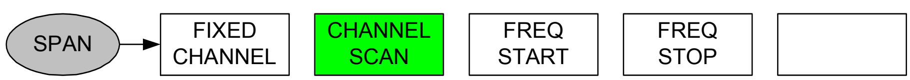

Frequenz-Scan:



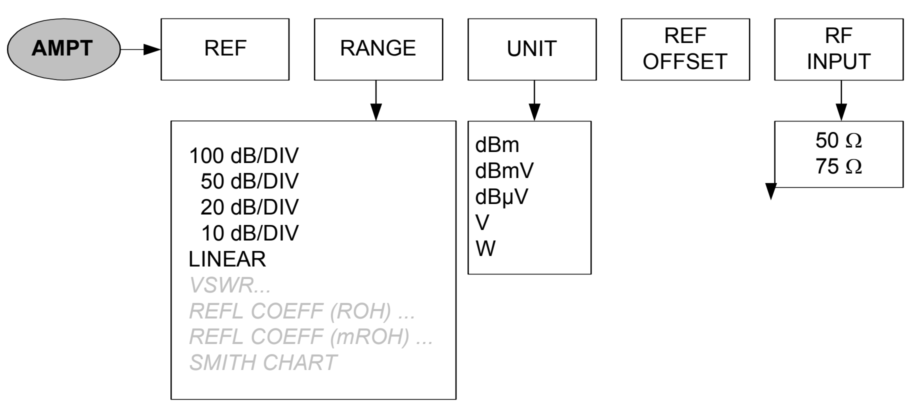

Kanaleingabe:



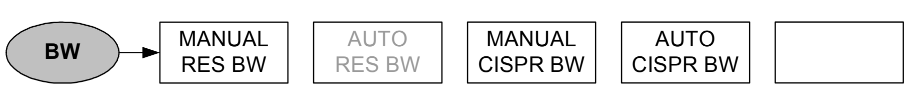

Kanal-Scan:



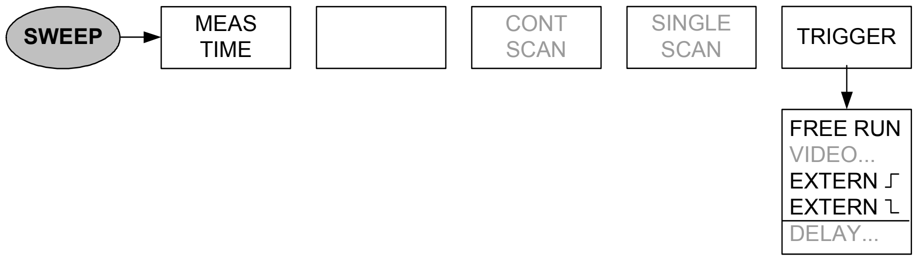

### Taste AMPT




Bandbreiteneinstellung:

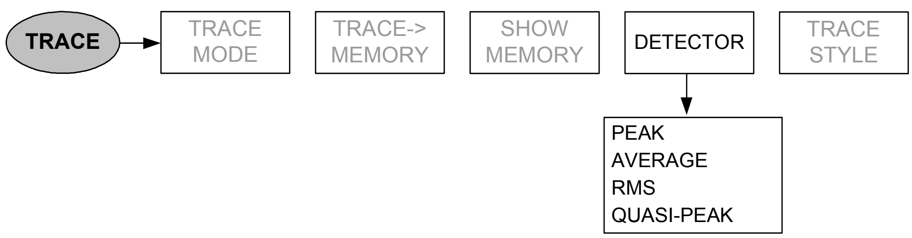


### Taste Sweep

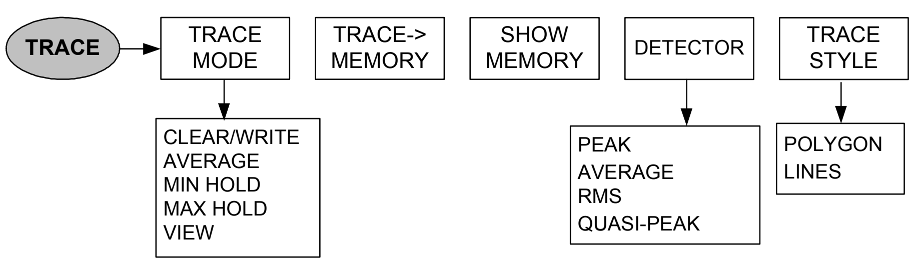



### Taste TRACE

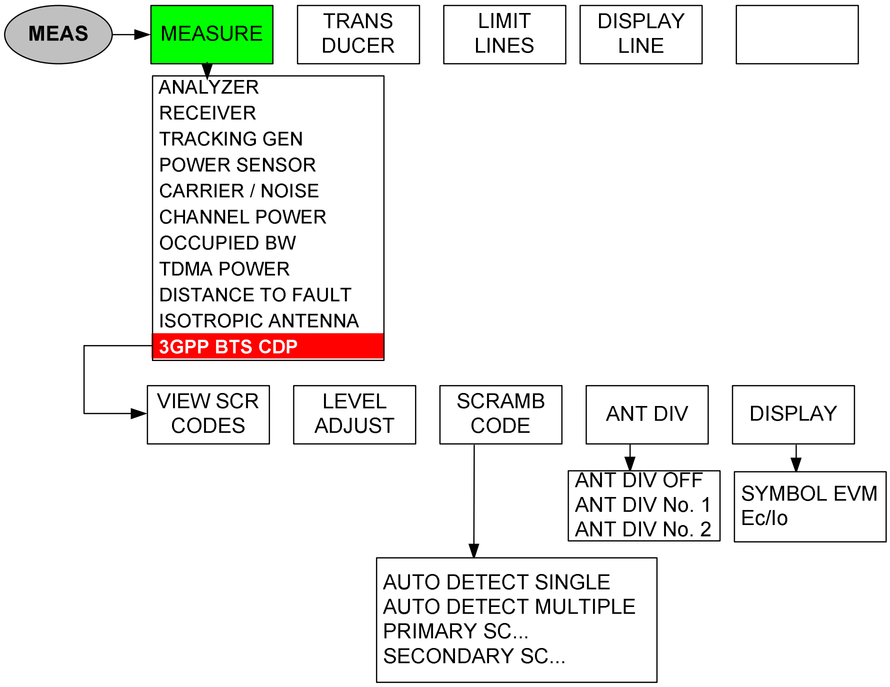
Messung auf fester Frequenz:




Scan-Mode:



# Menü für 3GPP BTS Code Domain Power Messung (Option R&S FSH-K4)



# 4 Gerätefunktionen

## Gerätegrundeinstellung

Durch Drücken der Taste PRESET wird der R&S FSH in die Grundeinstellung gesetzt. Die Preset-Einstellungen sind immer dann empfehlenswert, wenn eine neue Messaufgabe durchgeführt werden soll. Die neuen Einstellungen können dann ausgehend von einem bekannten Grundzustand durchgeführt werden, ohne dass alte Einstellungen die Messung beeinflussen.

**Bedienung:**

➢ Die Taste PRESET (grüner Knopf rechts unterhalb des Drehrads) drücken.

Der R&S FSH nimmt unmittelbar die Grundeinstellung an.

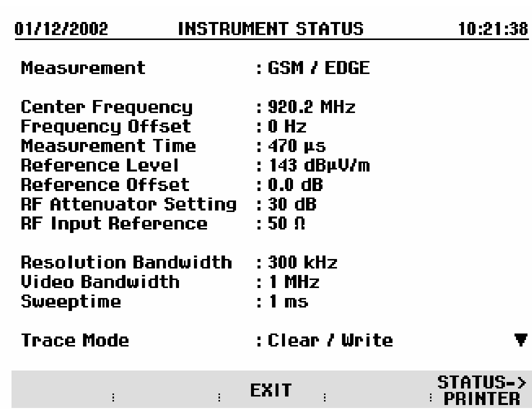
## Statusanzeige

Der R&S FSH verfügt über eine Statusanzeige. In ihr gibt er alle gerade eingestellten Messparameter auf dem Bildschirm als Übersicht aus. Damit ist eine einfache Kontrolle aller Einstellungen für eine Messung auf einen Blick möglich. Zur Dokumentation von Messungen ist die Statusanzeige auch direkt auf einem Drucker ausgebbar. Damit kann im nachhinein eine Messung zweifelsfrei nachvollzogen werden.

**Bedienung:**

➢ Die Taste STATUS (rechts oberhalb des Drehrads) drücken.

Der R&S FSH zeigt die aktuell eingestellten Messparameter am Bildschirm an. Um sämtliche Einstellungen zu betrachten, kann der Bildschirminhalt mit den Cursortasten oder dem Drehrad gescrollt werden. Als Hinweis, dass zusätzliche Information oberhalb oder unterhalb des dargestellten Textes vorhanden ist, zeigt der R&S FSH einen Pfeil nach oben oder unten am rechten Bildschirmrand an.

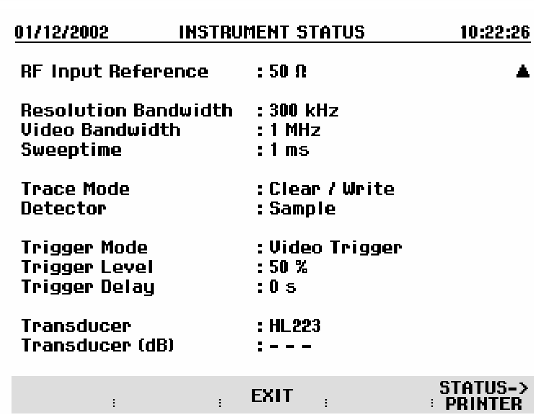



Die Anzeige dient zur Kontrolle der Einstellungen. Eine Änderung von Einstellungen ist über die entsprechende Taste und das zugehörige Menü möglich.

Ausdrucken des Statusdisplays:

➢ Den Softkey STATUS -> PRINTER drücken.

Der R&S FSH druckt den Bildschirminhalt unmittelbar an einen angeschlossenen Drucker. Der Softkey bleibt ca. ½ Sekunde aktiv (Beschriftung rot hinterlegt).




Verlassen der Statusanzeige:

➢ Den Softkey EXIT oder die Taste STATUS drücken.

Der R&S FSH kehrt zur ursprünglichen Einstellung zurück.

# Einstellung der Frequenz

Die Frequenzeinstellung am R&S FSH erfolgt mit der Taste FREQ. Als Frequenzeingaben werden die Mittenfrequenz (Center Freq = Frequenz in der Mitte der Frequenzachse des Messdiagramms) oder die Start- und Stoppfrequenz für einen Frequenzdarstellbereich angeboten.

Die Eingabe der Mittenfrequenz ist dann empfehlenswert, wenn ein Signal auf einer bestimmten bekannten Frequenz zu messen ist. Zur Messung von Signalen, die über einen bestimmten Frequenzbereich verteilt sind, z.B. Oberwellen ist es vorteilhaft den Frequenzmessbereich über die Startfrequenz und die Stoppfrequenz zu definieren.

## Eingabe der Mittenfrequenz

➢ Die Taste FREQ drücken.

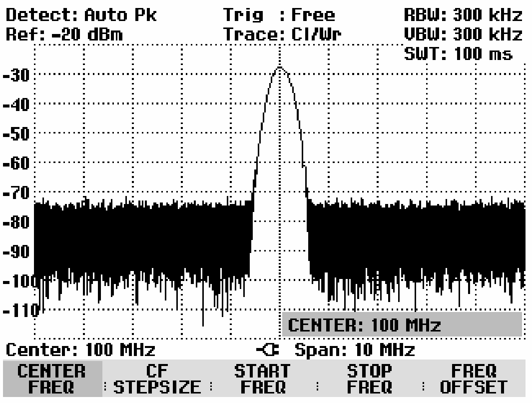
Der R&S FSH öffnet das Frequenzmenü. Um mit wenigen Tastendrücken eine Frequenzeinstellung durchführen zu können, ist die Eingabe der Mittenfrequenz bereits aktiviert. Die gerade eingestellte Mittenfrequenz ist im Werteingabefeld eingetragen. Eine neue Mittenfrequenz kann unmittelbar mit der numerischen Tastatur eingegeben werden. Sie kann aber auch mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten verändert werden.

➢ Mit der numerischen Tastatur die gewünschte Frequenz eingeben und die Eingabe mit der Frequenzeinheit (GHz, MHz, kHz oder Hz) abschließen.

Der R&S FSH stellt die eingegebene Frequenz als neue Mittenfrequenz ein. Das Werteingabefeld bleibt für weitere Eingaben offen.

➢ Alternativ die Mittenfrequenz mit dem Drehrad oder den Cursortasten verstellen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

➢ Zum Ausblenden des Werteingabefelds die CANCEL-Taste drücken.



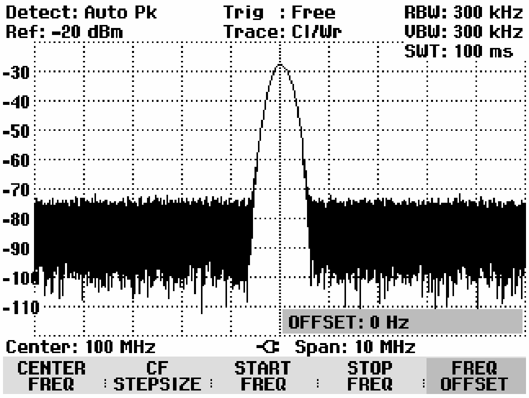

Die Abstimmung der Mittenfrequenz mit dem Drehrad erfolgt in Pixel-Schrittweite, d. h. die Mittenfrequenz wird pro Abstimmschritt mit ca. 1/300 des Frequenzdarstellbereichs geändert. Mit den Cursor-Tasten erfolgt die Abstimmung in Schritten von 10 % des Frequenzdarstellbereichs (= 1 Gridraster). Wenn davon abweichende Abstimmschritte notwendig sind, können diese mit der Funktion CF STEPSIZE (= Mittenfrequenz-Schrittweite) definiert werden.

Beim Abstimmen der Mittenfrequenz kann bei gegebenem Darstellbereich der Frequenzbereich des R&S FSH überschritten werden. In diesem Fall reduziert der R&S FSH automatisch den Frequenzdarstellbereich. Er gibt als Hinweis für den Benutzer in diesem Fall die Meldung "Span geändert" aus.

## Arbeiten mit einem Frequenzoffset

Bei Messungen an Frequenzumsetzern wie Satelliten-Downkonvertern ist es oft angenehm die Ergebnisse auf die Frequenz vor der Umsetzung zu beziehen. Der R&S FSH bietet dafür einen Frequenzoffset an. Er verschiebt rechnerisch die Mittenfrequenz zu höheren oder tieferen Frequenzen, so dass der R&S FSH die Eingangsfrequenz des Messobjekts anzeigt.

Der mögliche Bereich für den positiven Frequenzoffset ist 10 Hz bis 100 GHz in 10-Hz-Schritten. Der zugelassene negative Frequenzoffset ist abhängig von der eingestellten Startfrequenz so gross, dass die Startfrequenz unter Einbeziehung des Frequenzoffsets immer ≥ 0 Hz ist.




➢ Die Taste FREQ drücken.

➢ Den Softkey FREQ OFFSET drücken.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefeld für den Frequenzoffset.

➢ Den gewünschten Frequenzoffset eingeben und die Eingabe mit der zugehörigen Einheit abschließen.

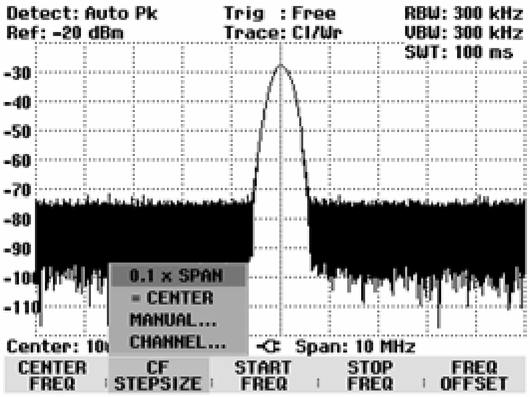
Der R&S FSH addiert zur eingestellten Mittenfrequenz den Frequenzoffset. Als Hinweis, dass ein Frequenzoffset eingestellt ist, ist die Anzeige der Mittenfrequenz (Center) mit einem roten Punkt gekennzeichnet.

Der Frequenzoffset kann durch Eingabe eines Offsets von 0 Hz wieder rückgängig gemacht werden.

## Eingabe der Mittenfrequenz-Schrittweite

➢ Den Softkey CF STEPSIZE drücken.

Ein Untermenü oberhalb der Softkeybeschriftung öffnet sich, in dem verschiedene Optionen für die Einstellung der Schrittweite angeboten werden.




Mit <u>0.1 x SPAN</u> (Grundeinstellung) erfolgt die Frequenzfortschaltung in 10 % des Frequenzdarstellbereichs (= 1 Teilstrich der vertikalen Skalierung ).

Mit <u>= CENTER</u> erfolgt die Frequenzfortschaltung mit der Frequenz der augenblicklichen Mittenfrequenz. Diese Einstellung ist insbesondere zur Messung von Oberwellen geeignet. Mit jeder Frequenzfortschaltung springt die Mittenfrequenz auf die nächste Oberwelle.

Mit <u>MANUAL...</u> ist eine beliebige Schrittweite wählbar. Damit ist die Untersuchung von Spektren mit regelmäßigen Frequenzabständen einfach möglich.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die gewünschte Auswahl treffen und mit der ENTER-Taste bestätigen.

Bei der Auswahl "0.1 x SPAN" und "= CENTER" übernimmt der R&S FSH die Einstellung direkt. Wenn "MANUAL..." gewählt ist, öffnet sich das Werteingabefeld mit dem Wert für die augenblickliche Schrittweite.

➢ Mit dem Drehrad, den Cursor-Tasten oder durch Zifferneingabe die Schrittweite ändern.

➢ Nach Einstellung der gewünschten Schrittweite diese mit der ENTER-Taste oder durch Drücken des Softkeys CF STEPSIZE übernehmen.

## Eingabe der Start- und Stoppfrequenz

➢ Den Softkey START FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für die Startfrequenz in dem die augenblickliche Frequenz ausgegeben wird.

➢ Mit den Zifferntasten eine neue Startfrequenz eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Startfrequenz abstimmen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt die neue Startfrequenz ein. Die Beschriftung der Frequenzachse ändert sich von CENTER und SPAN auf START (= Anfangsfrequenz) und STOP (= Endfrequenz des gemessenen Spektrums).

➢ Den Softkey STOP FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für die Stoppfrequenz, in dem die augenblickliche Frequenz ausgegeben wird.

➢ Mit den Zifferntasten eine neue Stoppfrequenz eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Stoppfrequenz abstimmen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt die neue Stoppfrequenz ein.

Wenn beim R&S FSH3 eine Stoppfrequenz eingegeben wird, die größer als 3 GHz ist, oder bei Erreichen der 3-GHz-Grenze mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten, gibt der R&S FSH3 die Meldung "Maximum erreicht" aus. Beim R&S FSH6 ist die entsprechende Grenze 6 GHz und beim R&S FSH18 18 GHz.

## Arbeiten mit Kanaltabellen

Fast alle Übertragungssysteme teilen den ihnen zugewiesenen Frequenzbereich in Kanäle ein, wobei den Kanälen jeweils eine Frequenz zugeordnet ist. Der R&S FSH bietet daher für eine einfache Bedienung in den für den Benutzer geläufigen Begriffen die Möglichkeit an Kanalzuordnungen zu definieren.
Kanaltabellen werden mit der Software FSH View definiert und in den Spektrumanalysator geladen. Der R&S FSH kann bis zu 100 verschiedene Kanaltabellen speichern, die je nach Bedarf von der Frontplatte aus aktiviert werden. Bei gleichzeitig gespeicherten Transducerfaktoren, Kabelmodellen, Grenzwertlinien oder Datensätzen verringert sich ggf. die maximale Anzahl der Kanaltabellen (siehe dazu Kapitel 4 "Abspeichern und Laden von Geräteeinstellungen und Messergebnissen" )

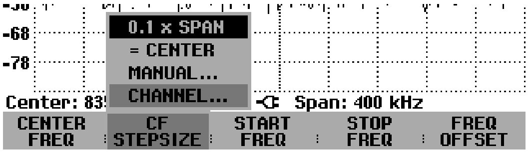
Die Erzeugung der Kanaltabellen ist in Bedienhandbuch zur FSH View Software beschrieben.

Umschaltung auf Kanaleingabe:

➢ Die Taste FREQ drücken.

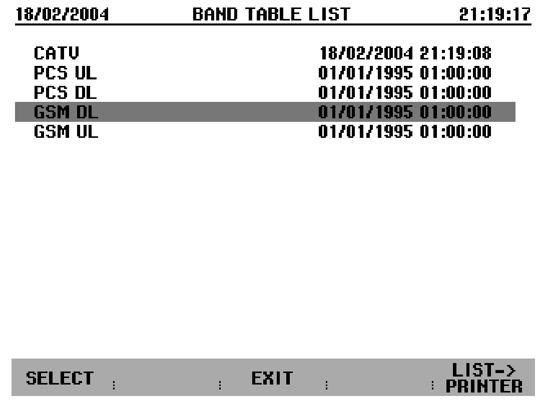
➢ Den Softkey CF STEPSIZE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt CHANNEL... und mit der ENTER-Taste bestätigen.

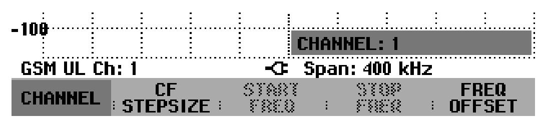


Der R&S FSH öffnet die Liste mit den über FSH View geladenen Kanaltabellen.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Kanaltabelle auswählen und mit dem Softkey SELECT einschalten.




Der R&S FSH zeigt nun anstatt der Mittenfrequenz die Kanalnummer zusammen mit dem Namen der gewählten Kanaltabelle an (z. B. GSM UL Ch: 1). Der Softkey FREQUENCY ist umbenannt in CHANNEL.




Die R&S FSH Mittenfrequenz ist die Frequenz, die der angezeigten Kanalnummer aus der Kanaltabelle entspricht. Der R&S FSH akzeptiert nur Kanalnummern bei der Mittenfrequenzeingabe. Auch die Frequenzabstimmung mit dem Drehrad oder den Cursortasten erfolgt in Kanalnummern. Wird der Definitionsbereich der verwendeten Kanaltabelle überschritten, erfolgt die Meldung „Minimum reached“ bei Erreichen der kleinsten Kanalnummer oder „Maximum reached“ bei Erreichen der grössten Kanalnummer am Bildschirm. Alle anderen Messparameter wie Frequenzdarstellbereich (SPAN), Auflösebandbreite (RBW) sind wie bei der Eingabe von Frequenzen frei wählbar.
Die Eingaben für die Startfrequenz (START FREQ) und die Stoppfrequenz (STOP FREQ) sind bei Kanalbstimmung inaktiv.

Die Zuordnung von Kanalnummern zu Frequenzen ist wie folgt:

- Dem ersten Kanal ist eine Kanalnummer und eine Frequenz zugeordnet.
- Alle folgenden Kanäle haben aufsteigende Nummern .
- Der Frequenzabstand zwischen den Kanälen ist fest vorgegeben. Er kann auch negativ sein, d.h. mit aufsteigender Kanalnummer verringert sich die Mittenfrequenz des R&S FSH.
- Bei Übertragungssystemen mit Lücken im Frequenzbereich wie zum Beispiel beim Fernsehen kann eine Kanaltabelle aus mehreren Bereichen zusammengesetzt sein.

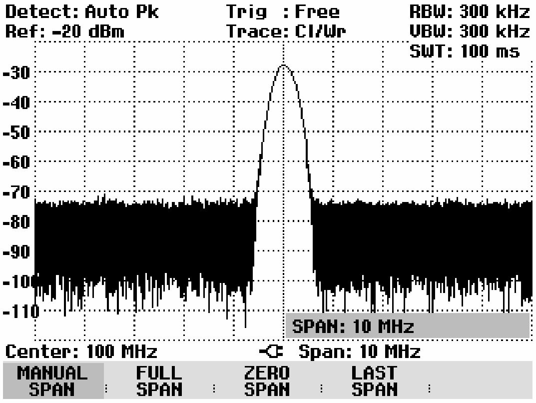
# Einstellung des Frequenzdarstellbereichs

Der Frequenzdarstellbereich (= Span) ist der Bereich um die Mittenfrequenz, den ein Spektrum-analysator am Bildschirm anzeigt. Der für eine Messung zu wählende Span hängt vom zu untersuchenden Signal ab. Sinnvollerweise sollte er mindestens doppelt so groß wie die belegte Bandbreite des Signals sein.

Der R&S FSH3 bietet bei Spektrumsdarstellung Spans zwischen minimal 10 kHz und maximal 3 GHz an. Bei 0 Hz Span zeigt er den Zeitverlauf des Signals an. Beim R&S FSH6 bzw. R&S FSH18 ist der maximale Frequenzdarstellbereich 6 GHz bzw. 18 GHz

**Bedienung:**

➢ Die Taste SPAN drücken.




Mit der Taste SPAN aktiviert der R&S FSH automatisch den Softkey MANUAL SPAN und zeigt den gerade eingestellten Wert an, so dass unmittelbar die Eingabe eines neuen Spans möglich ist. Wenn eine andere Funktion im Menü SPAN vorher benutzt wurde, ist zum Einstellen des Spans der Softkey MANUAL SPAN zu drücken.

➢ Mit den Zifferntasten einen neuen Span-Wert eingeben und die Eingabe mit der zugehörigen Einheit (GHz, MHz, kHz oder Hz) abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Span verändern. Der Frequenzdarstellbereich folgt unmittelbar der Änderung.

➢ Das Werteingabefeld kann mit der CANCEL-Taste wieder ausgeblendet werden.

Um den gesamten Frequenzbereich von 0 Hz bis 3 GHz (R&S FSH3), 0 Hz bis 6 GHz (R&S FSH6) oder 0 Hz bis 18 GHz (R&S FSH18) auf Knopfdruck einzustellen, ist der Softkey FULL SPAN vorgesehen.

➢ Die Taste FULL SPAN drücken.

Der R&S FSH misst das Spektrum im gesamten Frequenzbereich bis 3 GHz, bis 6 GHz bzw. 18 GHz (CENTER = 1,5 GHz, SPAN = 3 GHz, CENTER = 3 GHz, SPAN = 6 GHz oder CENTER = 9 GHz, SPAN = 18 GHz).

Um mit einem Tastendruck zwischen Span-Einstellungen zu wechseln, bietet der R&S FSH den Softkey LAST SPAN an.

➢ Die Taste LAST SPAN drücken.

Die der aktuellen Frequenzeinstellung vorausgehende wird wiederhergestellt.

Der Softkey ZERO SPAN stellt 0 Hz Span ein. Der R&S FSH misst den Signalpegel nur auf der eingestellten Mittenfrequenz. Da bei Messung bei einer festen Frequenz keine Spektrumsdarstellung mehr möglich ist, wechselt die Darstellung in die Zeitbereichsdarstellung. Die x-Achse des Messdiagramms wird zur Zeitachse und die Pegeldarstellung erfolgt über die Zeit. Die Darstellung beginnt immer mit der Zeit 0 s und endet mit der eingestellten Sweepzeit (einzustellen mit der Taste SWEEP, siehe Abschnitt Einstellung des Sweeps).

# Einstellung der Amplitudenparameter

Alle Pegelanzeige-bezogenen Einstellungen an R&S FSH erfolgen über die Taste AMPT.

Der Referenzpegel (REF) entspricht der obersten Grid-Line im Messwertdiagramm. Mit dem Referenzpegel wird die Verstärkung des Eingangssignals bis zur Anzeige eingestellt. Bei niedrigen Referenzpegeln ist die Verstärkung hoch, so dass auch schwache Signale gut sichtbar angezeigt werden. Bei starken Eingangssignalen ist der Referenzpegel hoch einzustellen, damit sie den Signalzweig des Analysators nicht übersteuern und die Anzeige des Signals innerhalb des Darstellbereichs bleibt. Bei einem Spektrum mit vielen Signalen sollte der Referenzpegel mindestens so groß sein, dass alle Signale innerhalb des Messdiagramms sind.

Direkt gekoppelt an den Referenzpegel ist die Einstellung der HF-Dämpfung am Eingang des R&S FSH. Bei großen Referenzpegeln schaltet er die HF-Dämpfung in 10-dB-Schritten nach folgender Tabelle ein, damit der Eingangsmischer immer im linearen Bereich bleibt.

Der R&S FSH verfügt dabei über zwei verschiedene Modi zur Dämpfungseinstellung. Diese sind über die Taste SETUP und dem Softkey GENERAL einzustellen (siehe Kapitel 1). Im Mode Low Distortion stellt er eine 10 dB höhere HF-Dämpfung ein (siehe Tabelle). Damit wird bei gegebenem Referenzpegel die Belastung des Eingangsmischers um 10 dB geringer. Bei einem dicht mit Signalen belegtem Spektrum wie es zum Beispiel im Fernsehkabelnetz zu finden ist, werden Eigenstörprodukte des R&S FSH Eingangsmischers reduziert. Allerdings erhöht sich die Eigenrauschanzeige des R&S FSH aufgrund der höheren Dämpfung vor dem Eingangsmischer.

Bei den R&S FSH3 Modellen 1145.5850.03 und 1145.5850.23 und beim R&S FSH6 ist bei eingeschaltetem Vorverstärker neben der HF-Dämpfung auch der Vorverstärker an die Einstellung des Referenzpegels gekoppelt.

| Ref Level | Vorverstärker Stellung OFF | | Vorverstärker Stellung ON | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | HF-Dämpfung | | HF-Dämpfung | | Vorverstärker |
| | Low Noise | Low Distortion | Low Noise | Low Distortion | |
| ≤ -25 dBm | 0 dB | 0 dB | 0 dB | 0 dB | Ein |
| -24 bis -20 dBm | 0 dB | 0 dB | 10 dB | 10 dB | Ein |
| -19 bis -15 dBm | 0 dB | 10 dB | 10 dB | 10 dB | Ein |
| -14 bis -10 dBm | 0 dB | 10 dB | 0 dB | 10 dB | Aus |
| -9 bis 0 dBm | 10 dB | 20 dB | 10 dB | 20 dB | Aus |
| 1 bis 10 dBm | 20 dB | 30 dB | 20 dB | 30 dB | Aus |
| 11 bis 20 dBm | 30 dB | 30 dB | 30 dB | 30 dB | Aus |

Die Stellung der HF-Dämpfung und des Vorverstärkers kann im Status-Menü abgefragt werden. (Taste STATUS drücken.)

In der Grundeinstellung ist der Referenzpegel in dBm definiert. Es können aber auch die Einheiten dBmV, dBµV, Watt und Volt gewählt werden. Die Wahl der Einheit beeinflusst vor allem die Pegelanzeige des Markers, die in der gewählten Einheit des Referenzpegels erfolgt.

Zum Referenzpegel kann eine Referenzablage (REF OFFSET) definiert werden. Die Referenzablage addiert zum Referenzpegel einen vorgebbaren Wert. Dies ist zum Beispiel dann nützlich, wenn vor dem HF-Eingang ein Dämpfungsglied oder ein Verstärker verwendet wird. Deren Dämpfung oder Verstärkung bezieht der R&S FSH damit in die Pegelanzeige mit ein, ohne dass eine manuelle Umrechnung notwendig ist. Dämpfungen vor dem HF-Eingang sind als positive Werte einzugeben, Verstärkungen als negative Werte einzugeben.

Der Messbereich (RANGE) bestimmt die Auflösung der Pegelachse des Messdiagramms. In der Grundeinstellung ist die Skalierung der Pegelachse in dB. Der Messbereich ist 100 dB oder 10 dB pro Unterteilung (10 dB/DIV). Für höhere visuelle Auflösung der Pegelachse bietet der R&S FSH auch die Pegelbereiche 50 dB (5 dB/DIV), 20 dB (2 dB/DIV) und 10 dB (1 dB/DIV) an. Eine erhöhte Auflösung

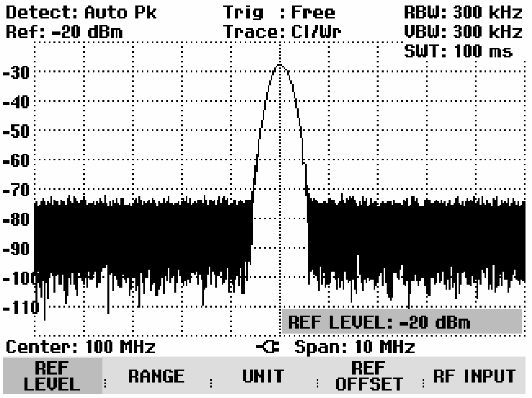
erhöht jedoch nicht die Genauigkeit, z. B. der Marker-Pegelanzeige, sondern dient nur der besseren Ablesbarkeit der Messkurve. Mit der Einstellung LIN 0-100 % bietet der R&S FSH aber auch eine lineare Pegelskala an. Die Anzeige erfolgt dann in % vom Referenzwert von 0 % bis 100 %. Diese Darstellung ist z. B. nützlich, wenn im Zeitbereich (SPAN = 0 Hz) die Modulation eines AM-modulierten Trägers angezeigt werden soll.

Für Messungen an 75-Ohm-Systemen bietet der R&S FSH die Umschaltung auf 75 Ohm an. Dabei schaltet er aber nicht den HF-Eingang auf 75 Ohm um, sondern er berücksichtigt nur ein 75-Ohm-Anpassglied, das am HF-Eingang angebracht ist. Zur Anpassung auf 75 Ohm ist das R&S-Anpassglied 50/75 Ω RAZ zu empfehlen (siehe empfohlenes Zubehör). Der R&S FSH berücksichtigt dessen Konversionsfaktor automatisch bei der 75-Ω-Einstellung. Andere Anpassglieder wie das R&S RAM oder R&S FSH-Z38 können durch Verwendung eines Transducerfaktors (im Lieferumfang der R&S FSH View Software enthalten) berücksichtigt werden.

## Einstellung des Referenzpegels

➢ Die Taste AMPT drücken.

Der R&S FSH aktiviert unmittelbar die Eingabe des Referenzpegels. Die Softkeybeschriftung REF LEVEL ist rot hinterlegt.




➢ Mit den Zifferntasten einen Referenzpegel eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten (-dBm oder dBm bei dB-Einheiten oder (), m, µ oder n bei linearen Einheiten) oder der ENTER-Taste abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Referenzpegel verändern.

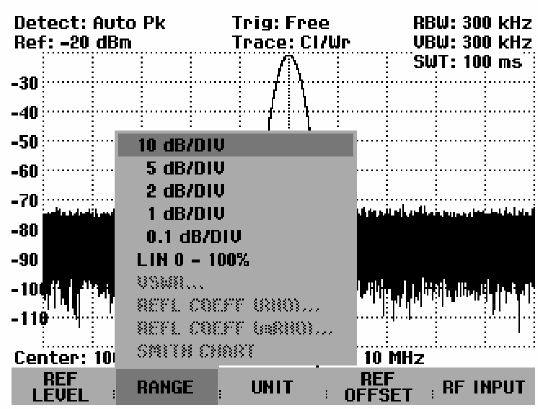
Bei Eingaben mit dem Drehrad oder den Cursortasten folgt der Referenzpegel unmittelbar. Die Messkurve verschiebt sich mit der Änderung des Referenzpegels.

➢ Bei Erreichen des gewünschten Referenzpegels kann das Werteingabefeld mit der CANCEL-Taste ausgeblendet werden.

## Eingabe des Darstellbereichs

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey RANGE drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Untermenü, in dem die verschiedenen Skalierungen der Pegelachse zur Auswahl stehen.




- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Skalierung auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt die gewählte Skalierung ein.

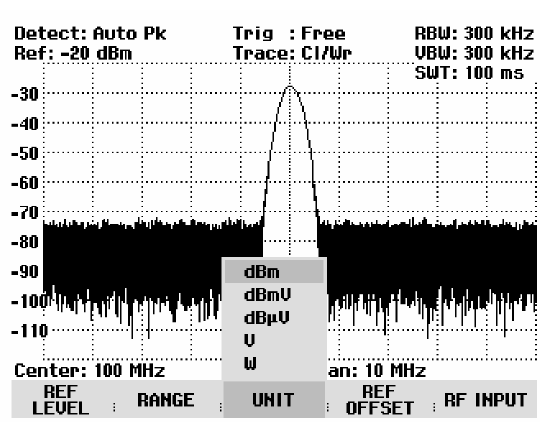
Die Menüpunkte VSWR, REFL COEFF (ROH) und REFL COEFF (mROH) sind für die Skalierung nur wählbar, wenn der R&S FSH mit einem Mitlaufgenerator ausgestattet ist und dieser für die Reflexionsmessung konfiguriert ist. Der Menüpunkt SMITH CHART ist nur verfügbar, wenn die Option R&S FSH-K2 installiert ist und eine Reflexionsmessung vektoriell kalibriert wurde.

Ist die Option R&S FSH-K2 installiert, bietet der R&S FSH zusätzlich auch die Bereiche VSWR 1-1.5 und VSWR 1-1.1 an.

## Eingabe der Anzeigeeinheit

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey UNIT drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Untermenü, in dem die verschiedenen Einheiten für den Referenzpegel zur Auswahl stehen.




- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt die gewählte Einheit des Referenzpegels ein.

## Eingabe der Referenzablage

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey REF OFFSET drücken.
- Mit den Zifferntasten einen Referenzoffset eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten oder der ENTER-Taste abschließen oder
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Referenzpegel verändern.

Die Eingabe der Referenzablage erfolgt immer in dB, auch wenn der Referenzpegel auf eine andere Einheit eingestellt ist.

Als Hinweis, dass eine Referenzablage ungleich 0 dB eingegeben ist, zeigt der R&S FSH vor dem Ausgabefeld für den Referenzpegel einen roten Punkt an.



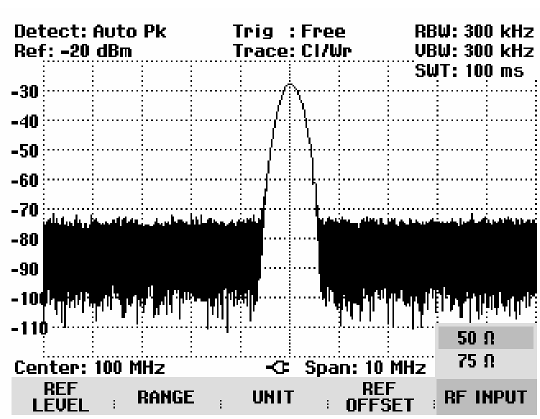

## Eingabe des Eingangswiderstands

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey RF INPUT drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Untermenü, in dem 50 Ω und 75 Ω als Eingangswiderstand zur Auswahl stehen.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Eingangswiderstand auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

*Hinweis:* *Wenn der Eingang auf 75 Ω eingestellt ist, ist unbedingt ein Anpassglied am HF-Eingang zu verwenden. Ansonsten zeigt der R&S FSH den Pegel falsch an.*



# Einstellung der Bandbreiten

Eine wesentliche Eigenschaft von Spektrumanalysatoren ist, dass sie die Frequenzanteile eines Signals als Frequenzspektrum auflösen können. Das Auflösevermögen ist durch deren Auflösebandbreite bestimmt. Zusätzlich bieten Spektrumanalysatoren meist umschaltbare Videobandbreiten an. Die Videobandbreite wird durch die Grenzfrequenz des Tiefpassfilters bestimmt, mit der die Videospannung gefiltert wird, bevor sie zur Anzeige gelangt. Als Videospannung bezeichnet man bei einem Spektrumanalysator, die Spannung die durch Hüllkurvengleichrichtung des mit dem Auflösefilter bandbegrenzten Zwischenfrequenzsignals entsteht. Durch die Videofilterung wird eine Glättung der Videospannung erreicht, um z. B. das Rauschen auf Messkurven zu vermindern. Im Gegensatz zur Auflösebandbreite trägt die Videobandbreite nicht zum Auflösungsvermögen des Spektrumanalysators bei.

## Auflösebandbreite

Die Auflösebandbreite (RES BW) eines Spektrumanalysators bestimmt, mit welcher Auflösung Frequenzspektren gemessen werden. Ein Sinussignal wird am Bildschirm mit der Durchlasskurve des gewählten Auflösefilters abgebildet. Nahe beieinander liegende Signale müssen daher mit kleiner Auflösebandbreite gemessen werden, damit sie voneinander unterschieden werden können. Der Frequenzabstand von zwei Sinusträgern muss zum Beispiel mindestens so groß sein wie die eingestellte Auflösebandbreite, damit sie gerade noch unterschieden werden können. Die Wahl der Auflösebandbreite beeinflusst ferner die Rauschanzeige des Spektrumanalysators. Bei kleinen Bandbreiten sinkt die Rauschanzeige. Wenn man die Bandbreite um den Faktor 3 verkleinert oder erhöht, sinkt oder erhöht sich die Rauschanzeige um 5 dB. Bei einer Änderung um den Faktor 10 ändert sich die Rauschanzeige entsprechend um 10 dB. Des weiteren beeinflusst die Wahl der Bandbreite die Ablaufgeschwindigkeit. Um eine korrekte Spektrumanzeige zu erhalten, muss gewährleistet sein, dass die die Auflösebandbreite bestimmenden Bandfilter bei jeder Frequenz einschwingen. Schmale Bandfilter brauchen länger um einzuschwingen als breite Filter. Deshalb muss bei schmalen Auflösebandbreiten die Ablaufzeit für einen Sweep länger gewählt werden. Bei Verkleinerung der Bandbreite um den Faktor 3 (z. B. von 10 auf 3 kHz) muss die Sweepzeit um den Faktor 9 erhöht werden, bei Verkleinerung um den Faktor 10 (z. B. von 10 auf 1 kHz) um den Faktor 100.

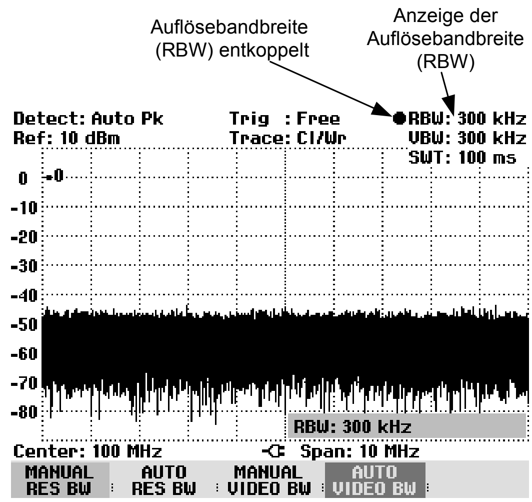
Der R&S FSH bietet Auflösebandbreiten im Bereich von 1 kHz bis 1 MHz in Schritten von 1, 3 und 10 an. Die R&S FSH3 Modelle 1145.5850.03 und 1145.5850.23 und der R&S FSH6 bzw. R&S FSH18 bieten zusätzlich die Auflösebandbreiten 100 Hz und 300 Hz an. Sie sind im Grundzustand an den Frequenzdarstellbereich gekoppelt, d.h. bei Verkleinerung des Darstellbereichs stellt der R&S FSH automatisch auch eine kleinere Auflösebandbreite ein. Damit muss in vielen Fällen die Auflösebandbreite nicht extra eingestellt werden, sondern man erhält durch Verringerung des Spans automatisch eine höhere Frequenzauflösung.

Bei allen Modellen ist zusätzlich eine 200-kHz-Bandbreite verfügbar. Diese Bandbreite ist immer manuell auszuwählen, d.h. der R&S FSH schaltet sie bei Kopplung der Bandbreite an den Darstellbereich nicht automatisch ein.

**Bedienung:**

➢ Die Taste BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Bandbreiteneinstellung. Die Softkeybeschriftung für die automatische Einstellung (AUTO RES BW) ist im Grundzustand grün hinterlegt.




➢ Den Softkey MANUAL RES BW drücken.

Die Softkeybeschriftung ist rot hinterlegt und das Werteingabefeld für die Auflösebandbreite (RBW) zeigt die gerade eingestellte Bandbreite an. Zum Hinweis, dass die Auflösebandbreite entkoppelt vom Frequenzdarstellbereich ist, wird der Anzeige der Auflösebandbreite am rechten oberen Bildschirmrand ein rot ausgefüllter Kreis vorangestellt.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Auflösebandbreite eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheit (MHz, kHz oder Hz) abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die Auflösebandbreite auf den gewünschten Wert verändern.

*Hinweis:* *Die 200-kHz-Bandbreite ist immer mit den Zifferntasten einzugeben. Bei Auswahl der Bandbreite mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten überspringt der R&S FSH die 200-kHz-Bandbreite.*

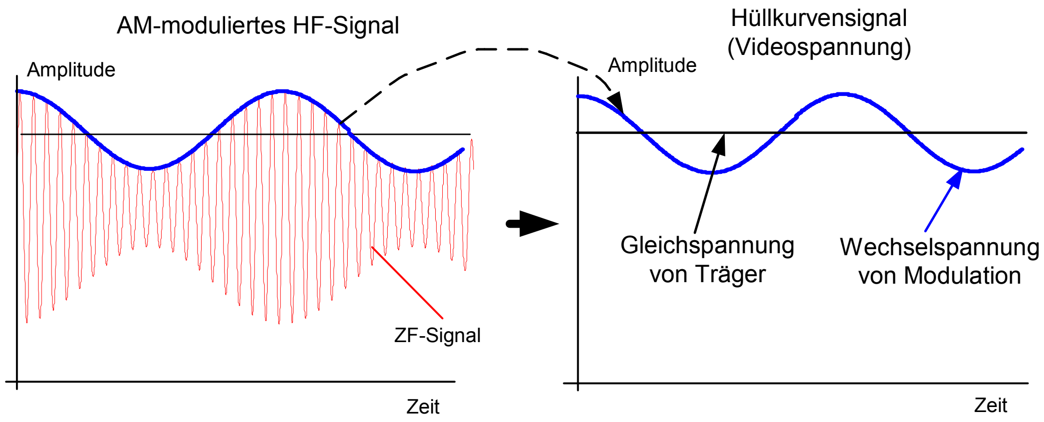
Das Werteingabefeld für die Auflösebandbreite wird durch Drücken der CANCEL-Taste geschlossen.

➢ Den Softkey AUTO RES BW drücken.

Die Auflösebandbreite wird an den eingestellten Frequenzdarstellbereich gekoppelt. Die Softkeybeschriftung AUTO RES BW ist zur Anzeige der Kopplung grün hinterlegt und der ausgefüllte Kreis im Anzeigefeld RBW verschwindet.

## Videobandbreite

Die Videobandbreite bestimmt die Glättung der Messkurve durch Befreiung von Rauschen. Durch die Hüllkurvengleichrichtung des gefilterten ZF-Signals wird ein Sinussignal auf der Zwischenfrequenz zu einer Gleichspannung im Videosignal. Ist das Sinussignal AM-moduliert entsteht im Videosignal neben der Gleichspannung für den Träger ein Signal, dessen Frequenz der AM-Modulationsfrequenz entspricht. Das folgende Bild zeigt ein mit einem Sinussignal moduliertes HF-Signal und das entsprechende Videosignal im Zeitbereich.




Das Hüllkurvensignal enthält einen Gleichanteil, der dem Trägerpegel entspricht und einen Wechselanteil, der der AM-Modulation entspricht. Wenn die Bandbreite des Videofilters kleiner ist als die Frequenz des Wechselanteils, wird dieser abhängig von dessen Grenzfrequenz unterdrückt. Um den AM-Anteil unverfälscht anzuzeigen, muss also die Grenzfrequenz höher sein als die Modulationsfrequenz.

Ist das Sinussignal durch Rauschen überlagert, kann das Modulationssignal als Rauschsignal betrachtet werden. Wenn man die Videobandbreite verkleinert, werden die hohen Frequenzanteile des Rauschens unterdrückt, die oberhalb der Grenzfrequenz des Videofilters liegen. Je kleiner die Videobandbreite ist, desto kleiner wird daher die Rauschamplitude am Ausgang des Videofilters.

Daraus ergeben sich folgende Faustregeln für die Einstellung der Videobandbreite:

- Bei der Messung von modulierten Signalen muss die Videobandbreite mindestens so groß eingestellt werden, dass Nutzmodulationsanteile nicht unterdrückt werden (≥ RBW).
- Wenn Signale von Rauschen befreit werden sollen, sollte die Videobandbreite möglichst klein gewählt werden (≤ 0,1 x RBW).
- Bei der Messung von gepulsten Signalen sollte die Videobandbreite mindestens 3 mal so groß wie die Auflösebandbreite gewählt werden, damit die Flanken der Pulse nicht verschliffen werden.

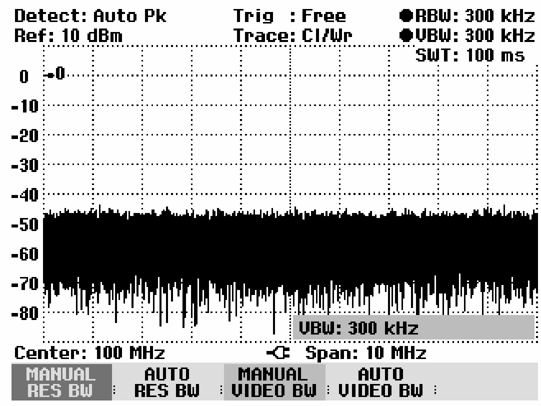
Ebenso wie die Auflösebandbreite beeinflusst die Videobandbreite die Sweepgeschwindigkeit. Der Spektrumanalysator muss vor jeder Messung warten, bis das Videofilter eingeschwungen ist.

Der R&S FSH bietet Videobandbreiten im Bereich von 10 Hz bis 3 MHz in Schritten von 1, 3 und 10 an. Sie sind im Grundzustand an die Auflösebandbreite gekoppelt. Die Videobandbreite ist gleich der Auflösebandbreite. Bei Veränderung der Auflösebandbreite stellt der R&S FSH automatisch auch eine entsprechende Videobandbreite ein. Damit muss in vielen Fällen die Videobandbreite nicht extra eingestellt werden, sondern man erhält durch Veränderung der Auflösebandbreite automatisch eine geänderte Videobandbreite.

**Bedienung:**

➢ Die Taste BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Bandbreiteneinstellung. Die Softkeybeschriftung für die automatische Einstellung (AUTO VIDEO BW) ist im Grundzustand grün hinterlegt.




➢ Den Softkey MANUAL VIDEO BW drücken.

Die Softkeybeschriftung ist rot hinterlegt und die Eingabezeile für die Auflösebandbreite (VBW) zeigt die gerade eingestellte Bandbreite an. Zum Hinweis, dass die Auflösebandbreite entkoppelt von der Auflösebandbreite (RBW) ist, wird der Anzeige der Videobandbreite am rechten oberen Bildschirmrand ein rot ausgefüllter Kreis vorangestellt.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Videobandbreite eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheit (MHz, kHz oder Hz) abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die Auflösebandbreite auf den gewünschten Wert verändern.

Das Werteingabefeld für die Videobandbreite wird durch Drücken der ENTER-Taste geschlossen.

➢ Den Softkey AUTO VIDEO BW drücken.

Die Videobandbreite wird an die eingestellte Auflösebandbreite gekoppelt. Die Softkeybeschriftung AUTO VIDEO BW ist zur Anzeige der Kopplung grün hinterlegt und der ausgefüllte Kreis im Anzeigefeld VBW verschwindet.

# Einstellung des Wobbelablaufs

Bei Frequenzdarstellbereichen > 0 ist die Sweepzeit die Zeit, in der ein Spektrumanalysator den darzustellenden Frequenzbereich durchfährt, um das Spektrum zu messen. Dabei sind bestimmte Randbedingungen für eine richtige Anzeige zu beachten.

Eine Randbedingung ist die eingestellte Auflösebandbreite. Damit das Auflösefilter einschwingt, muss die Verweilzeit innerhalb der Filterbandbreite eine bestimmte Zeit betragen. Wenn die Sweepzeit zu kurz eingestellt ist, schwingt das Auflösefilter nicht ein, und die Pegelanzeige für Messsignale wird zu gering (siehe auch Abschnitt Einstellung der Bandbreite).

Die zweite Randbedingung ist der gewählte Frequenzdarstellbereich. Bei Erhöhung des Spans muss auch die Sweepzeit proportional erhöht werden.

Um den Anwender bei der Einstellung der Sweepzeit zu unterstützen, bietet der R&S FSH eine automatische Kopplung der Sweepzeit an die eingestellte Auflösebandbreite und den Span an. Bei automatischer Kopplung (AUTO SWEEPTIME) stellt er immer die kürzest mögliche Sweepzeit für eine richtige Anzeige von Sinussignalen im Spektrum ein. Bei Verlassen der Kopplung (MANUAL SWPTIME) wird der Anwender durch einen rot ausgefüllten Kreis vor der Anzeige SWT auf den ungekoppelten Modus hingewiesen. Wenn die Sweepzeit so kurz eingestellt ist, dass Pegelfehler auftreten, weist der R&S FSH durch einen blauen Stern auf der rechten Seite des Bildschirms im Messfenster darauf hin.

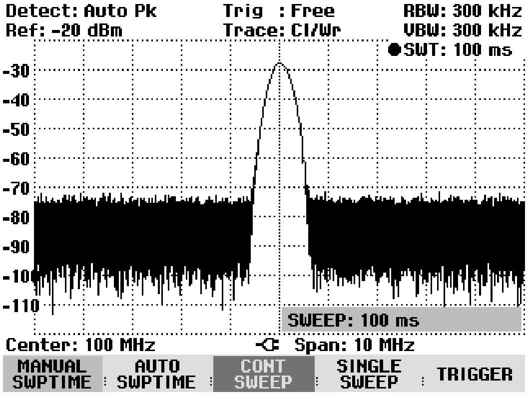
Die minimale Sweepzeit des R&S FSH ist 20 ms pro 600 MHz Frequenzdarstellbereich. Bei Einstellung eines größeren Frequenzdarstellbereichs passt der R&S FSH bei automatischer Kopplung die minimale Sweepzeit an. Für den maximalen 3-GHz-Frequenzdarstellbereich des R&S FSH3 ist sie damit 100 ms. Für den maximalen Frequenzdarstellbereich des R&S FSH6 bzw. R&S FSH18 ist sie entsprechend 200 ms bzw. 600 ms.

Bei Span = 0 Hz zeigt der R&S FSH anstatt eines Spektrums die Videospannung über der Zeit an. Die X-Achse des Messwertdiagramms wird zur Zeitachse beginnend mit der Zeit 0 s und endend mit der gewählten Sweepzeit.

Die minimale Sweepzeit bei Span = 0 Hz ist 1 ms, die maximale ist 1000 s.

## Sweepzeit

➢ Die Taste SWEEP drücken.




Das Softkeymenü zur Eingabe der Sweepparameter öffnet sich. In der Grundeinstellung ist die automatische Kopplung (AUTO SWPTIME) eingestellt, in der die Sweepzeit an die Auflösebandbreite, die Videobandbreite und den Span gekoppelt ist.

➢ Zur Eingabe der Sweepzeit den Softkey MANUAL SWPTIME drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld SWEEP und zeigt die gerade eingestellte Sweepzeit an.

➢ Mit den Zifferntasten eine neue Sweepzeit eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten die Sweepzeit verändern.

Der R&S FSH stellt mit jeder Änderung sofort den neuen Wert für die Sweepzeit ein. Das Werteingabefeld wird bei Drücken der ENTER-Taste wieder ausgeblendet. Die eingestellte Sweepzeit zeigt der R&S FSH im Ausgabefeld SWT oben rechts am Bildschirm an.

## Sweepmodus

In der Grundeinstellung wobbelt der R&S FSH kontinuierlich über den gewählten Frequenzbereich, d. h., wenn ein Sweep beendet ist, beginnt er von selbst einen neuen. Die Messkurve wird dabei jedes Mal neu gezeichnet.

In manchen Fällen ist dieser kontinuierliche Modus nicht gewünscht, z. B., wenn in Verbindung mit einem Triggerereignis ein einmaliger Vorgang aufgezeichnet werden soll. Dafür bietet der R&S FSH den SINGLE SWEEP an. Bei Wahl des Single-Sweeps wobbelt der R&S FSH einmalig über den Frequenzbereich oder stellt einmalig im Zero-Span das Video-Zeitsignal dar. Erst durch erneutes Drücken auf den Softkey SINGLE SWEEP wiederholt er die Messung.

➢ Die Taste SWEEP drücken.

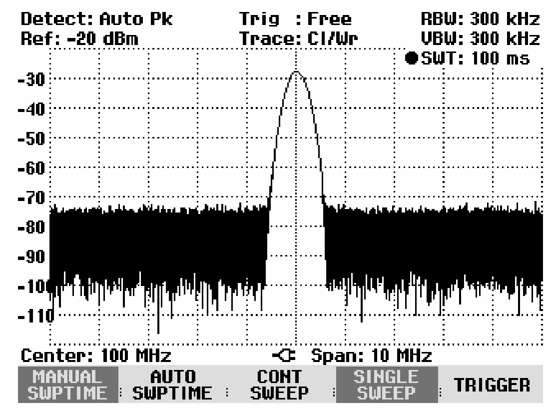
In der Grundeinstellung ist die Softkeybeschriftung CONT SWEEP grün hinterlegt zur Anzeige, dass der kontinuierliche Sweepablauf eingestellt ist.

➢ Den Softkey SINGLE SWEEP drücken.

Die Beschriftung für den Softkey SINGLE SWEEP ist grün hinterlegt. Der R&S FSH führt einen einmaligen Sweep durch und wartet dann auf weitere Eingaben.

➢ Den Softkey CONT SWEEP drücken.

Der R&S FSH sweept nun wieder kontinuierlich.




## Trigger

Um auf Ereignisse zu reagieren, bietet der R&S FSH verschiedene Triggerfunktionen an. Der Trigger kann entweder von extern kommen oder intern generiert werden.

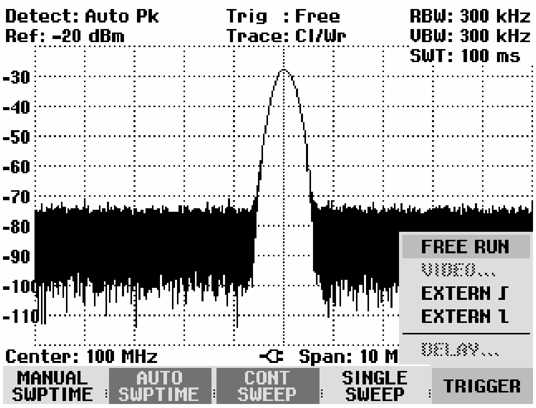
- FREE RUN — Ein neuer Sweep beginnt, wenn der vorhergehende beendet ist. Dies ist die Grundeinstellung des R&S FSH.
- VIDEO — Ein Sweep beginnt, wenn die Videospannung einen vorgebbaren Wert überschreitet. Die Video-Triggerung ist nur bei Span = 0 Hz verfügbar. Bei Darstellung eines Frequenzspektrums (Span ≥ 10 kHz) ist nicht sichergestellt, dass bei der Startfrequenz ein Signal vorhanden ist, das eine Videospannung erzeugt. Der R&S FSH würde in diesem Fall nie einen Sweep durchführen.
- EXTERN ⌋ und EXTERN ⌉ — Der Sweep wird durch die positive (⌋) oder negative (⌉) Flanke eines externen Triggersignals gestartet. Das externe Triggersignal wird über die BNC-Buchse EXT TRIGGER zugeführt. Die Schaltschwelle ist 1,4 V, d. h. die Schaltschwelle eines TTL-Signals.

Bei gewähltem Video-Trigger oder externem Trigger, kann der Start der Messung durch Eingabe einer Verzögerung (DELAY) gegenüber dem Triggerereignis zeitversetzt werden. Damit kann ein Zeitversatz zwischen dem Triggerereignis und der Messung ausgeglichen werden.

Die aktuelle Einstellung für den Trigger zeigt der R&S FSH in der Mitte oben am Bildschirm an
(z. B. Trig: Free).

**Bedienung:**

- Die Taste SWEEP drücken.
- Den Softkey TRIGGER drücken.



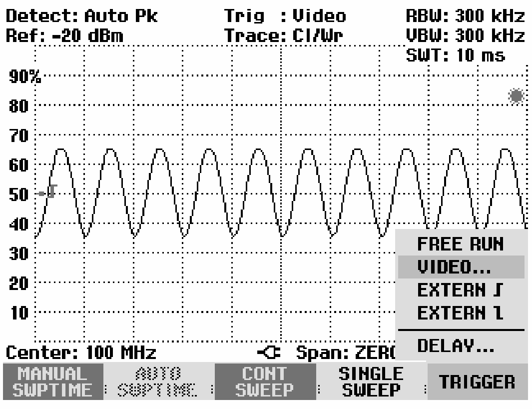

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Triggereinstellung. In der Grundeinstellung ist FREE RUN eingestellt (rot hinterlegt). Bei Span = 0 Hz sind alle Einstellungen möglich, ansonsten sind die Einstellungen VIDEO... und DELAY... dunkler geschrieben zum Hinweis, dass sie nicht verfügbar sind.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die gewünschte Einstellung auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey TRIGGER übernehmen.

Die Anzeige "Trig:" in der Mitte oben am Display zeigt die gewählte Einstellung.

Wenn die Triggereinstellung VIDEO... gewählt wurde, ist anschließend der Triggerpegel und eine eventuelle Triggerverzögerung (DELAY...) einzugeben. Der Triggerpegel ist in % vom Referenzpegel definiert. Ein Triggerpegel beim Referenzpegel ist 100 %, in der Mitte der Y-Achse des Messdiagramms 50 % (Grundeinstellung). Der R&S FSH zeigt die Position des Video-Triggerpegels durch ein ">" an der Pegelachse an.

- Mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad die Video-Triggerschwelle verändern (0 –100 %).



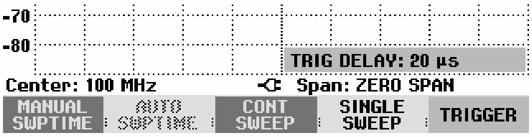

Die Triggerschwelle folgt unmittelbar der Eingabe.

- Die Eingabe der Triggerschwelle mit der ENTER-Taste oder dem Softkey TRIGGER abschließen.

Der R&S FSH schließt das Werteingabefeld.

- Wenn eine Triggerverzögerung notwendig ist, den Softkey TRIGGER drücken.
- Mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad DELAY... auswählen und mit der ENTER-Taste oder durch Drücken des Softkeys DELAY... abschließen.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für das Delay.




- Mit den Zifferntasten, den Cursor-Tasten oder dem Drehrad das Delay eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey TRIGGER abschließen.

Der Eingabebereich für die Triggerverzögerung ist 0 µs bis 100 s. Bis 1 ms ist die Auflösung 10 µs, von 1 ms bis 10 ms ist sie 100 µs.

Die Auflösung der Triggerverzögerung ist abhängig von dessen Wert. Sie ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

| **Triggerverzögerung (DELAY)** | **Auflösung** |
|---|---|
| 0 bis 1 ms | 10 µs |
| 1 ms bis 10 ms | 100 µs |
| 10 ms bis 100 ms | 1 ms |
| 100 ms bis 1 s | 10 ms |
| 1 s bis 10 s | 100 ms |
| 10 s bis 100 s | 1 s |

# Einstellungen der Messkurve

Der R&S FSH bietet eine Messkurve und eine Vergleichskurve aus dem Speicher an.

## Trace Mode

Die Darstellung der Messkurve kann auf verschiedene Arten (Modes) erfolgen:

- CLEAR/WRITE — Der R&S FSH löscht die vorgehende Messkurve während eines neuen Sweeps. Dies ist seine Grundeinstellung.
- AVERAGE — Der R&S FSH bildet den Mittelwert des Pegels aus aufeinanderfolgenden Messkurven. Die Mittelwertbildung erfolgt in der Grundeinstellung pixelweise und gleitend über die 10 letzten Messkurven. Alternativ ist die Anzahl der Mittelungen von 2 bis 999 einstellbar. Damit wird z. B. Rauschen unterdrückt während Sinussignale unbeeinflusst bleiben. Der Average-Mode ist somit geeignet Sinussignale nahe dem Rauschen besser sichtbar zu machen.
- MAX HOLD — Die Messkurve stellt den Maximalwert aus der gerade gemessenen und allen vorhergehenden Messkurven dar. Der R&S FSH unterbricht die Maximalwertbildung erst, wenn eine andere Einstellung gewählt wird und damit die Pixel einer Messkurve nicht mehr zueinander passen, z. B. bei Änderung des Spans. Mit MAX HOLD können intermittierende Signale im Spektrum oder der Maximalwert bei schwankenden Signalen gut gefunden werden.
- MIN HOLD — Die Messkurve stellt den Minimalwert aus der gerade gemessenen und allen vorhergehenden Messkurven dar. Der R&S FSH unterbricht die Minimalwertbildung erst, wenn eine andere Einstellung gewählt wird und damit die Pixel einer Messkurve nicht mehr zueinander passen, z. B. bei Änderung des Spans oder der Mittenfrequenz. Mit MIN HOLD können Sinussignale aus dem Rauschen hervorgehoben werden oder intermittierende Signale unterdrückt werden.
- VIEW — Der R&S FSH friert die gerade angezeigte Messkurve ein. Die Messung wird abgebrochen. Somit ist zum Beispiel die Auswertung gemessener Spektren mit dem Marker nachträglich möglich.

**Bedienung:**

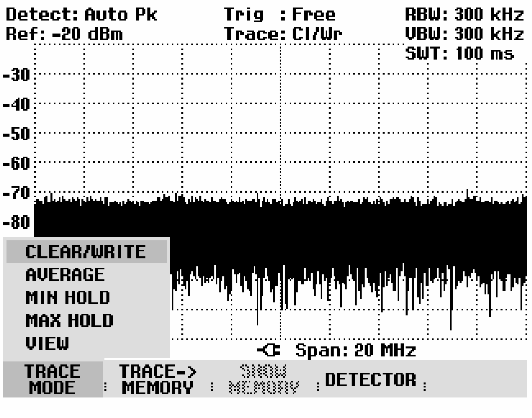
➢ Die Taste TRACE drücken.

➢ Den Softkey TRACE MODE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü mit den Trace-Mode-Einstellungen.

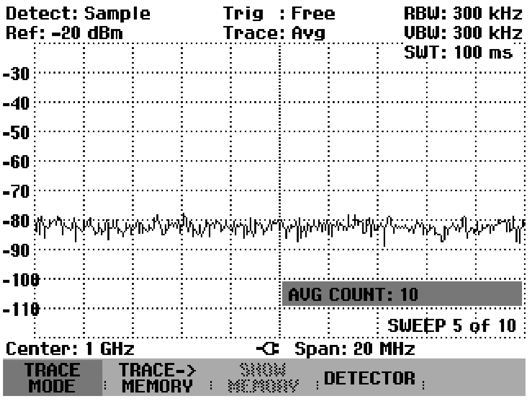
➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den gewünschten Trace-Mode auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey TRACE MODE übernehmen.

Die Anzeige "Trace:" in der Mitte oben am Display zeigt die gewählte Einstellung.



Bei der Auswahl TRACE MODE AVERAGE öffnet sich das Eingabefeld AVG COUNT, das die eingestellte Anzahl der Mittelungen anzeigt.

Folgende Aktionen sind möglich:




- Mit dem Softkey TRACE oder der ENTER-Taste die angezeigte Anzahl der Mittelungen bestätigen.
- Mit der numerischen Tastatur eine neue Zahl zwische 2 und 999 für die Anzahl der Mittelungen eingeben und die Eingabe mit dem Softkey TRACE oder der ENTER-Taste bestätigen.
- Mit dem Drehrad die Anzahl der Mittelungen verändern und anschliessend mit dem Softkey TRACE oder der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH mittelt die Pixel der Messkurve über die eingestellte Anzahl der Mittelungen.

Bei kontinuierlichem Sweep führt er anschliessend eine gleitende Mittelung durch. Im Mode SINGLE SWEEP führt er genau die mit AVG COUNT defnierten Sweeps durch und mittelt die Messkurven. Anschließend hält er den Sweep an und zeigt die gemittelte Messkurve an.

Im Trace Mode "VIEW" zeigt der R&S FSH die Einstellung an, mit der die Messkurve aufgenommen wurde. Damit ist bei der Dokumentation der Messergebnisse immer eine eindeutige Angabe der Messbedingung gegeben. Bei der Statusanzeige (Taste STATUS) ist als Hinweis für die aktuelle View-Einstellung neben dem Trace-Mode bei der Messung in Klammern View angegeben, zum Beispiel Trace Mode: Maximum Hold (View).

## Detektor

Der Detektor bewertet die Videospannung eines Spektrumanalysators bevor sie angezeigt wird. Er wirkt immer pixelweise auf die Messkurve, d. h., er bestimmt die Art wie der Pegelwert eines Pixels erzeugt wird. Der R&S FSH misst intern das gesamte Spektrum lückenlos. Zur Anzeige stehen aber nur 301 Pixel des Displays in x-Richtung zur Anzeige der Messkurve. Bei großen Frequenzdarstellbereichen muss daher die Information über das Spektrum auf 301 Punkte komprimiert werden, so dass z. B. keine Information verloren geht. Jedes Pixel steht dabei für einen Frequenzbereich, der durch Span/301 bestimmt ist. Der R&S FSH bietet dazu vier verschiedene Detektoren zur Auswahl an:

- AUTO PEAK — Mit dem Auto-Peak-Detektor zeigt der R&S FSH bei jedem Pixel den Maximalwert und den Minimalwert des Pegels aus dem Frequenzbereich an, der durch das entsprechende Pixel angezeigt wird. Mit dem Auto-Peak-Detektor geht damit kein Signal verloren. Bei schwankenden Signalpegeln wie Rauschen zeigt die Breite der Messkurve die Schwankungsbreite des Signals an. Der R&S FSH verwendet den Auto-Peak-Detektor in der Grundeinstellung.
- MAX PEAK — Der Max-Peak-Detektor liefert im Gegensatz zum Auto-Peak-Detektor nur den Maximalwert des Spektrums innerhalb eines Pixels der Messkurve. Dessen Verwendung ist zur Messung von pulsartigen Signalen oder FM-modulierten Signalen zu empfehlen.
- MIN PEAK — Der Min-Peak-Detektor liefert den Minimalwert des Spektrums innerhalb eines Pixels der Messkurve. Sinussignale werden dabei pegelrichtig dargestellt während rauschartige Signale unterdrückt

werden. Er ist gut geeignet, um zum Beispiel Sinussignale aus dem Rauschen hervorzuheben.

- SAMPLE Der Sample-Detektor fasst das intern lückenlos gemessene Spektrum nicht zusammen, sondern zeigt nur einen beliebigen Messpunkt des Spektrums innerhalb eines Anzeigepixels an. Der Sample Detektor sollte immer bei der Messung bei Span = 0 Hz verwendet werden, da nur damit der Zeitverlauf des Videosignals richtig dargestellt werden kann. Ferner kann er benutzt werden um Rauschleistungen zu messen, da das Rauschen meist ein gleichförmiges Spektrum besitzt, dessen Amplitude normal verteilt ist. Bei der Messung von Signalspektren können mit dem Sample-Detektor bei Spans, die größer als die (Auflösebandbreite x 301) sind, Signale verloren gehen.

- RMS Der RMS-Detektor misst die Leistung des Spektrums innerhalb eines Pixels. Mit dem RMS-Detektor kann die Leistung eines Signals unabhängig von der Signalform richtig gemessen werden. Er ist vor allem für die Leistungsmessung von digital modulierten Signalen zu empfehlen, da er als einziger Detektor im R&S FSH die Leistung richtig und stabil anzeigen kann. Die Stabilität der Anzeige kann man durch Verlängerung der Sweepzeit gut erreichen, da die Messzeit für die Leistung pro Pixel mit längerer Sweepzeit zunimmt. Bei Messung von Rauschen wird z. B. die Messkurve bei langer Sweepzeit sehr stabil.

  Allerdings sollte die belegte Bandbreite des zu messenden Signals mindestens so breit sein wie ein Pixel der Messkurve oder die eingestellte Auflösebandbreite (der größere Wert daraus). Ansonsten zeigt der R&S FSH die Leistung zu niedrig an, da innerhalb des Pixels auch Spektralanteile liegen, die nicht vom Messsignal stammen (z. B. Rauschen).

  Zur korrekten Leistungsmessung sollte auch die Videobandbreite (VBW) größer als die Auflösebandbreite (RBW) gewählt werden. Ansonsten tritt durch die Bandbegrenzung im Videobereich bereits vor der Effektivwertberechnung ein Mittelungseffekt auf.

Für die Einstellung des Detektors steht ein automatischer Betrieb und ein manueller Betrieb zur Verfügung. Bei automatischem Betrieb wählt der R&S FSH abhängig vom eingestellten Trace-Mode den passenden Detektor aus. Bei manueller Einstellung bleibt der gewählte Detektor unabhängig vom Trace-Mode immer erhalten.

Einstellung des Detektors bei automatischem Betrieb:

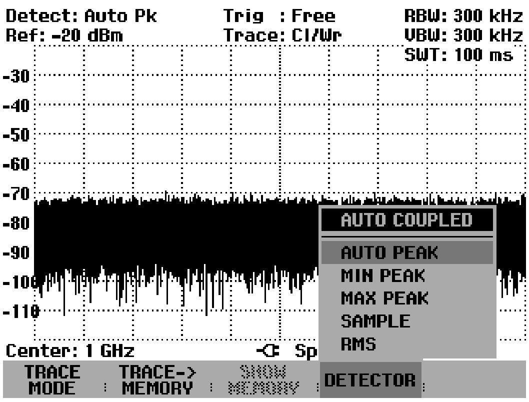
| Trace-Mode | Detektor |
|---|---|
| Clear/Write | Auto Peak |
| Average | Sample |
| Max Hold | Max Peak |
| Min Hold | Min Peak |

**Bedienung:**

➢ Die Taste TRACE drücken.

➢ Den Softkey DETECTOR drücken.

Das Untermenü zur Auswahl des Detektors öffnet sich. Wenn der automatische Betrieb gewählt ist, ist der Menüpunkt AUTO COUPLED grün hinterlegt und der R&S FSH zeigt abhängig vom eingestellten Trace-Mode den eingestellten Detektor an.




**Automatischen Betrieb ein- oder ausschalten:**

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt AUTO COUPLED auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey DETECTOR den automatischen Betrieb ein- oder ausschalten.

Beim Einschalten des automatischen Betriebs stellt der R&S FSH zugleich den zum eingestellten Trace-Mode gehörenden Detektor ein.

**Manuelle Einstellung des Detektors:**

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den gewünschten Detektor auswählen und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey DETECTOR übernehmen.

Der R&S FSH gibt den gewählten Detektor oben links am Bildschirm aus (Detect: Auto Pk im Bild oben). Falls AUTO COUPLED eingeschaltet ist und ein vom automatischen Betrieb abweichender Detektor eingestellt wird, schaltet der R&S FSH den automatischen Betrieb aus.

## Trace-Speicher

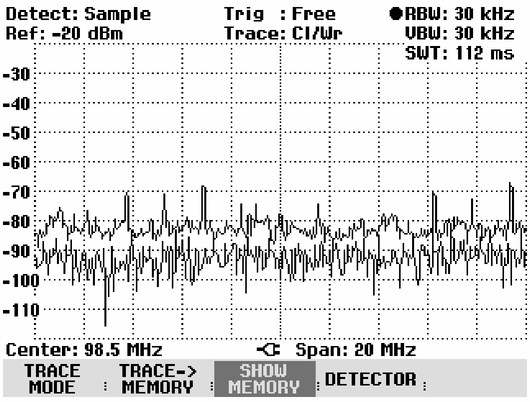
Der R&S FSH kann eine Messkurve in den Hintergrund-Messkurvenspeicher übernehmen und sie zum Vergleich mit der aktuellen Messkurve anzeigen. Die gespeicherte Messkurve ist immer durch ihre weiße Farbe gekennzeichnet, so dass sie leicht von der aktuellen Messkurve unterscheidbar ist.

**Bedienung:**

➢ Die Taste TRACE drücken.

➢ Den Softkey TRACE -> MEMORY drücken.

Der R&S FSH übernimmt die gerade dargestellte Messkurve in den Speicher.




➢ Den Softkey SHOW MEMORY drücken.

Der R&S FSH zeigt die gespeicherte Messkurve in weiß an. Die Softkeybeschriftung SHOW MEMORY ist grün hinterlegt als Hinweis das der Messwertspeicherinhalt angezeigt wird.

➢ Zum Ausblenden der gespeicherten Messkurve wieder den Softkey SHOW MEMORY drücken.

*Hinweis:* *Die Messkurve im Speicher (Memory Trace) legt der R&S FSH im Bildspeicher als Bitmap ab. Er passt daher die Speicherkurve nicht an einen geänderten Referenzpegel oder Frequenzdarstellbereich an.*

*Nach Aufruf eines gespeicherten Datensatzes legt der R&S FSH die Messkurve des Datensatzes als Memory Trace ab. Mit SHOW MEMORY kann die gespeicherte Messkurve sichtbar gemacht werden.*

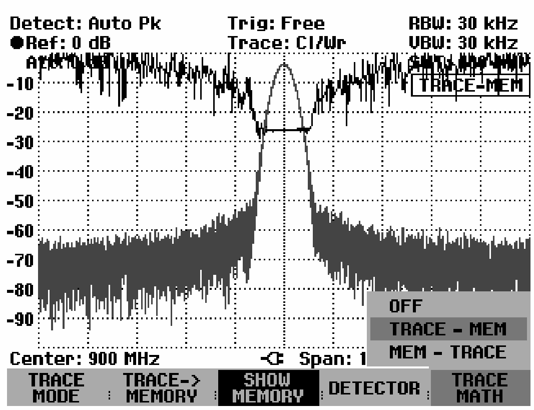
## Trace- Mathematik

Der R&S FSH kann eine gespeicherte Messkurve von der aktiven Messkurve subtrahieren und die Differenz am Display darstellen.

**Bedienung:**

- Die Taste TRACE drücken.
- Den Softkey TRACE -> MEMORY drücken.

Der R&S FSH übernimmt die gerade dargestellte Messkurve in den Speicher.




- Den Softkey SHOW MEMORY drücken.

Der R&S FSH zeigt die gespeicherte Messkurve in weiß an. Die Softkeybeschriftung SHOW MEMORY ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der Messwertspeicherinhalt angezeigt wird.

- Zum Ausblenden der gespeicherten Messkurve wieder den Softkey SHOW MEMORY drücken.
- Die Taste TRACE MATH drücken und TRACE - MEM oder MEM - TRACE auswählen.

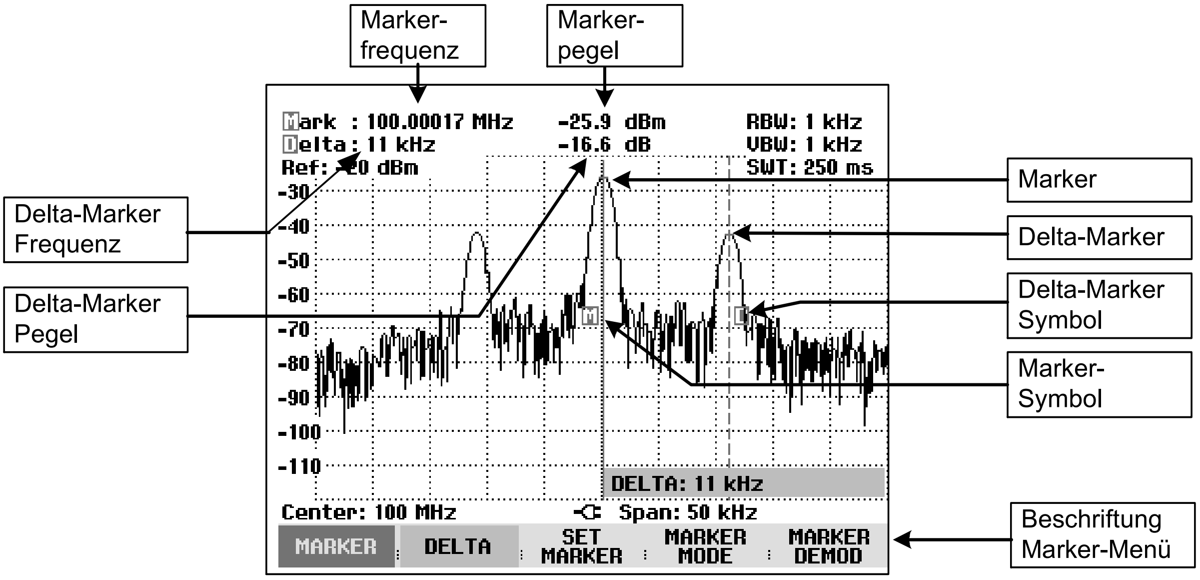
Der R&S FSH stellt die Differenz aus der im Speicher abgelegten Messkurve und der aktiven Messkurve an.

- Zum Ausblenden der gespeicherten Messkurve wieder den Softkey TRACE MATH drücken und OFF auswählen.

# Benutzung des Markers

Zur Auswertung der Messkurve bietet der R&S FSH einen Marker und einen Delta-Marker an. Die Marker sind immer an die Messkurve gebunden und zeigen die Frequenz und den Pegel an der jeweiligen Stelle der Messkurve an. Die Frequenzposition des Markers ist durch eine senkrechte Linie über das gesamte Messdiagramm gekennzeichnet. Die numerischen Werte für die Frequenz und den Pegel sind am Bildschirm oben links dargestellt. Die Einheit des Pegels ist durch die eingestellte Einheit des Referenzpegels bestimmt.

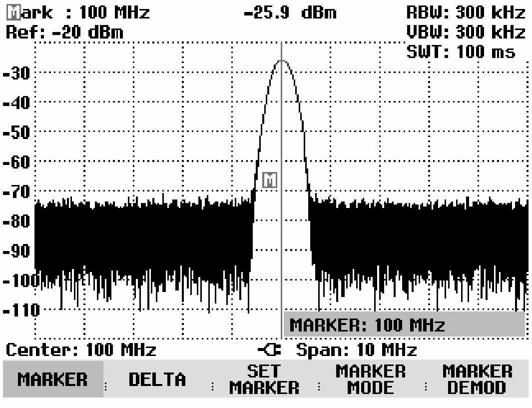
Beim Delta-Marker ist die Linie für die Positionsanzeige zur Unterscheidung vom Marker strichliniert. Der Pegel des Delta-Markers ist immer relativ zum Hauptmarker, d.h., die Pegeleinheit ist immer dB. Die Frequenzangabe für den Deltamarker bezieht sich immer auf den Hauptmarker und zeigt den Abstand zum Hauptmarker an.




**Bedienung des Markers:**

➢ Die Taste MARKER drücken.

Der R&S FSH öffnet das Marker-Menü. Wenn noch kein Marker eingeschaltet war, schaltet er automatisch den Hauptmarker (MARKER) ein und setzt ihn auf den größten Pegel im Spektrum. Die Frequenz und den Pegel in der gewählten Einheit (= Einheit des Referenzpegels) stellt er am oberen Bildschirmrand dar. Das Werteingabefeld für die Markerfrequenz ist geöffnet.




Folgende Bedienschritte sind nun möglich:

➢ Die Markerposition mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten verändern.

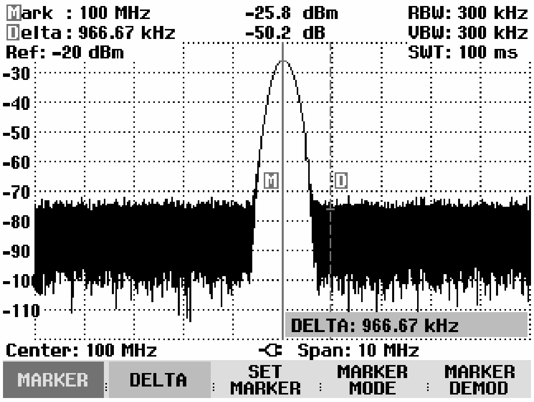
➢ Eine Markerposition mit den Zifferntasten eingeben und die Eingabe mit einer Einheitentaste abschließen.

➢ Die Markerposition akzeptieren durch Drücken der ENTER-Taste oder des Softkeys MARKER.

**Bedienung des Delta-Markers:**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey DELTA drücken.

Der R&S FSH schaltet den Delta-Marker ein und setzt ihn auf das zweitgrößte Signal der Messkurve. Die Ausgabe der Frequenz und des Pegels am oberen Bildschirmrand sind relativ zum Hauptmarker, d.h. der R&S FSH gibt immer den Frequenzabstand und den Pegelabstand zum Hauptmarker an. Zugleich öffnet er das Werteingabefeld für den Frequenzabstand des Delta-Markers zum Marker.




Folgende Bedienschritte sind nun möglich:

- Die Deltamarkerposition mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten verändern.
- Eine Delta-Marker-Position mit den Zifferntasten eingeben und die Eingabe mit einer Einheitentaste abschließen.
- Die Delta-Marker-Position akzeptieren durch Drücken der ENTER-Taste oder des Softkeys DELTA.

## Automatische Positionierung des Markers

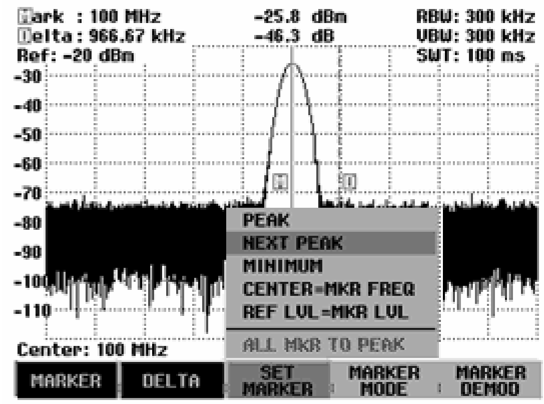
Der R&S FSH bietet zu den Markern Funktionen an, die dessen Einstellung erleichtern oder Geräteeinstellungen anhand der aktuellen Markerposition durchführen:

- PEAK — Die Funktion setzt den Marker oder den Delta-Marker auf den größten Wert der Messkurve. Sie wirkt immer auf den aktiven Marker, dessen Softkeybeschriftung rot hinterlegt ist.
- NEXT PEAK — Die Funktion setzt den Marker oder den Delta-Marker ausgehend von seiner augenblicklichen Position auf den nächst kleineren Wert der Messkurve.
- MINIMUM — Die Funktion setzt den Marker oder den Delta-Marker auf den kleinsten Wert der Messkurve. Sie wirkt immer auf den aktiven Marker. Wenn die Messkurve im Clear/Write-Modus dargestellt wird, setzt die Funktion den Marker auf den kleinsten Wert aus den Maximalwerten der Messkurve.
- CENTER = MRK FREQ — Bei Aufruf dieser Funktion setzt der R&S FSH die Mittenfrequenz (CENTER) gleich der augenblicklichen Markerfrequenz oder der Frequenz des Delta-Markers, je nachdem welcher Marker aktiv ist (Softkeybeschriftung rot hinterlegt). Diese Funktion ist vor allem nützlich, wenn ein Signal mit kleinerem Darstellbereich näher untersucht werden soll. Dazu setzt man es erst in die Mitte des Frequenz-Darstellbereichs und verkleinert anschließend den Darstellbereich.
- REF LVL = MRK LVL — Mit REF LVL = MRK LVL wird der Pegel an der Markerposition zum Referenzpegel. Damit kann bei kleinen Pegeln der Pegel-Darstellbereich des R&S FSH einfach optimiert werden.

**Bedienung:**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey SET MARKER drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die gewünschte Funktion im Untermenü auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SET MARKER bestätigen.

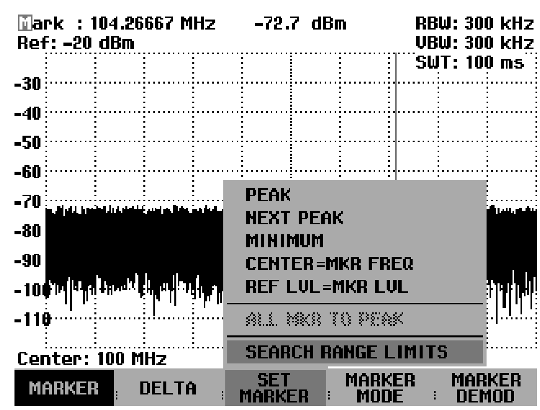
Der R&S FSH führt die gewünschte Aktion durch.




Der R&S FSH bietet die Möglichkeit nur einen eingeschränkten Bereich der Messkurve für die Funktionen PEAK, NEXT PEAK und MINIMUM zu benutzen. Dies ist zum Beispiel nutzlich, wenn nur Nebenaussendungen mit den Markersuchfunktionen erfasst und Nutzsignale ausgespart werden sollen.

- Den Softkey SET MARKER drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten SEARCH RANGE LIMITS auswählen.
- Die Auswahl mit dem Softkey SET MARKER oder der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH öffnet ein Untermenü zur Einstellung der Start- und Stoppfrequenz für den Marker-Suchbereich.

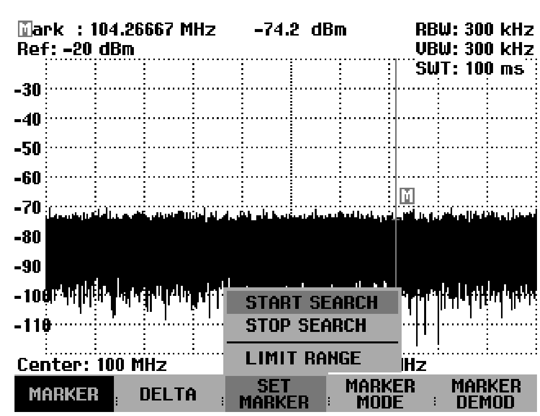



- Zur Eingabe des Beginns des Suchbereichs mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt START SEARCH auswählen und die Auswahl mit dem Softkey SET MARKER oder der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefeld für die Startfrequenz des Suchbereichs.

- Mit den Zifferntasten eine Startfrequenz eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschliessen oder mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Startfrequenz verändern und mit der ENTER-Taste abschliessen.

Der R&S FSH zeigt den Beginn des Suchbereichs mit einer strichlinierten senkrechten Linie im Diagramm an.




Die Eingabe der Stoppfrequenz für den Suchbereich erfolgt analog zur Eingabe der Startfrequenz.

**Auschalten des Marker-Suchbereichs:**

Wenn ein Marker-Suchbereich eingeschaltet ist, ist der Menüpunkt LIMIT RANGE im Menü SEARCH RANGE LIMITS grün hinterlegt.

- Zum Ausschalten des Marker-Suchbereichs den Softkey SET MARKER drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten SEARCH RANGE LIMITS auswählen.
- Die Auswahl mit dem Softkey SET MARKER oder der ENTER-Taste bestätigen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt LIMIT RANGE auswählen.
- Mit dem Softkey SET MARKER oder der ENTER-Taste die Suche im eingeschränkten Bereich ausschalten.

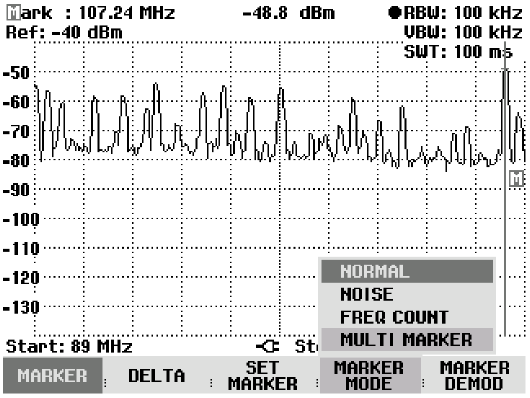
Bei erneutem Aufruf des Menüs SEARCH RANGE LIMITS ist der Menüpunkt LIMIT RANGE nicht mehr hinterlegt.

## Verwendung mehrerer Marker (Multi-Marker)

Zur Messung von verschiedenen Signalen in einer Messkurve bietet der R&S FSH die Multi-Marker-Funktion an. Im Multi-Marker-Modus stehen bis zu sechs verschiedene Marker zur Verfügung. Der Marker 1 misst dabei immer in absoluten Einheiten. Die Marker 2 bis 6 können sowohl in absoluten Einheiten (Marker) als auch in relativen Einheiten (Delta) messen. Für die Delta-Marker ist der Bezug immer der Marker 1.

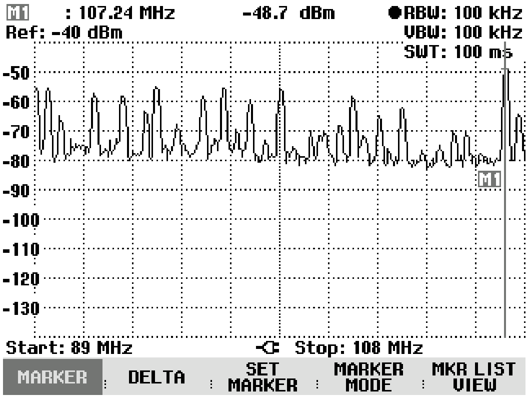
**Bedienung:**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey MARKER MODE drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Position MULTI MARKER... im Untermenü auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey MULTI MARKER bestätigen.

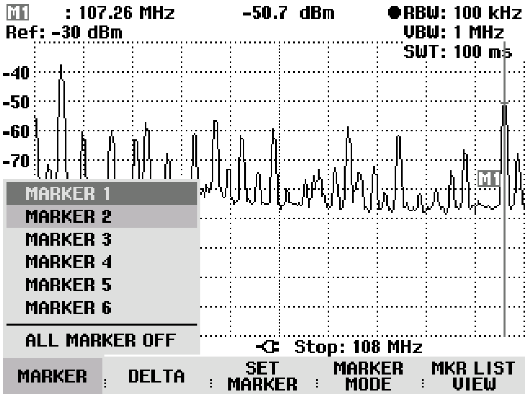



Der R&S FSH befindet sich nun im Multi-Marker-Modus.

Bis auf den Softkey MARKER DEMOD, den im Multi-Marker-Betrieb der Softkey MKR LIST VIEW ersetzt, ist dieses identisch zum Standard-Marker Menü. Die Bezeichnung der Marker enthält die Nummer des jeweiligen Markers (M wird M1, D wird D2). Der jeweils aktive Marker oder Delta-Marker wird mit Frequenz und Pegel oben rechts am Bildschirm mit seiner Nummer (z. B. M1: oder D2:) angezeigt.



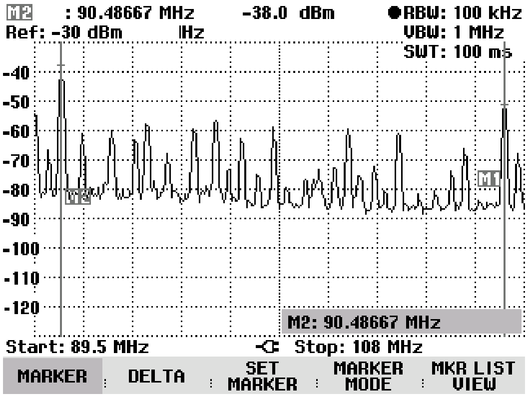
➢ Den Softkey MARKER oder DELTA drücken.




Der R&S FSH öffnet eine Liste zur Auswahl des zu editierenden Markers oder Delta-Markers. Die bereits eingeschalteten Marker sind grün hinterlegt. Die Marker-Nummern oder Delta-Marker-Nummern, die bereits durch einen Delta-Marker bzw. durch einen Marker belegt sind, sind deaktiviert (in grauer Schrift dargestellt).

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Marker oder Delta-Marker auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MARKER bzw. DELTA bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefeld für die Frequenz des gewählten Markers oder den Abstand des Delta-Markers vom Bezugsmarker M1.




➢ Mit den Cursortasten den Marker oder Delta-Marker in die Nähe der gewünschten Position stellen. Die Schrittweite ist hier 10 % der X-Achse.

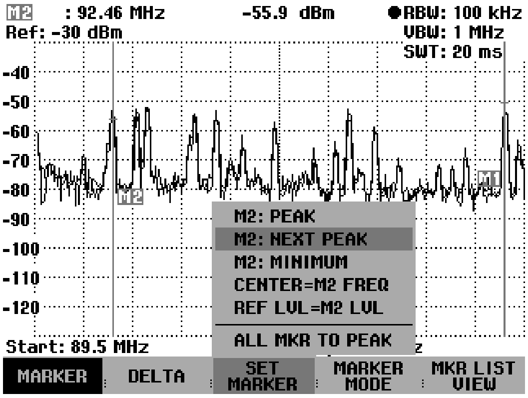
➢ Anschließend mit dem Drehrad den Marker oder Delta-Marker auf das Signal fein einstellen. Die Schrittweite entspricht dem Pixelabstand der Messkurve.

➢ Alternativ mit den Zifferntasten die gewünschte Marker- oder Delta-Marker-Position eingeben und die Eingabe mit einer der Einheitentasten abschließen.

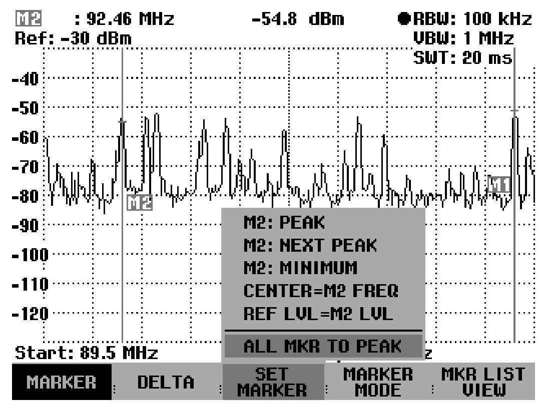
Der R&S FSH zeigt den zuletzt editierten Marker oder Delta-Marker im Marker-Ausgabefeld oben links am Bildschirm an. Alle Markerfunktionen im Menü SET MARKER beziehen sich auf die angezeigten Marker.

**Automatische Positionierung von Markern:**

Die automatische Positionierung vom Markern im Multi-Marker-Mode erfolgt analog zum normalen Marker. Die verschiedenen Funktionen beziehen sich immer auf den aktiven Marker. Dieser ist im Menü SET MARKER für die verschiedenen Funktionen mit angegeben (Beispiel: "M2; PEAK").



Zusätzlich ist die Positionierung aller eingeschalteten Marker (M1...M6) auf die Maxima einer Messkurve möglich.

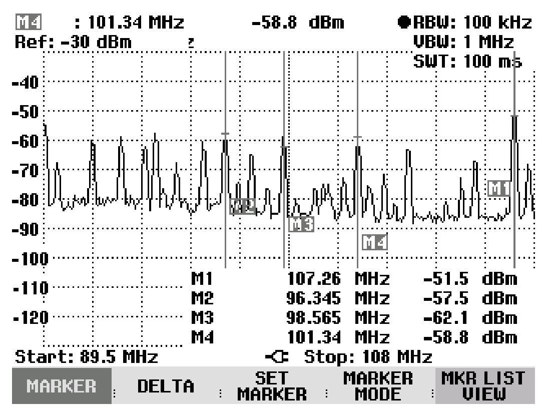



- Im SET MARKER Menü die Funktion ALL MKR TO PEAK auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SET MARKER bestätigen.

Der R&S FSH setzt alle eingeschalteten Marker auf die größten Werte der Messkurve. Die Delta-Marker bleiben von der Funktion unbeeinflusst.

**Alle Multimarker-Werte anzeigen:**

Der R&S FSH kann die Werte aller eingeschalteten Marker als Liste am Bildschirm ausgeben.




- Den Softkey MKR LIST VIEW drücken.

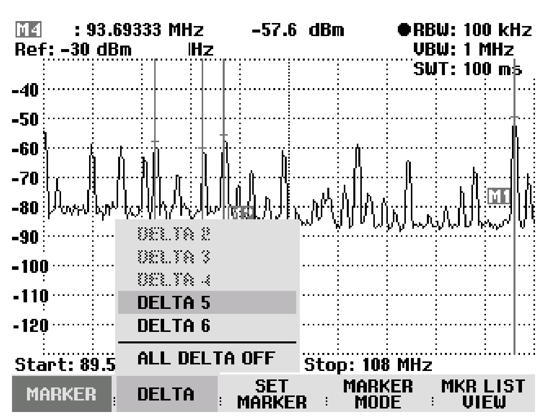
Der R&S FSH zeigt eine Liste aller eingeschalteten Marker und Delta-Marker an.

Durch nochmaliges Drücken des Softkeys MKR LIST VIEW oder jedes anderen Softkeys im Marker-Menü schließt der R&S FSH die Tabelle mit den Markern wieder.

**Ausschalten von Markern:**

Im Multi-Marker-Mode können einzelne Marker individuell oder alle Marker auf einmal ausgeschaltet werden.

**Individuell einen Marker oder Delta-Marker ausschalten:**




- Den Softkey MARKER oder DELTA drücken.

Die eingeschalteten Marker oder Delta-Marker sind grün hinterlegt.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten einen eingeschalteten Marker oder Delta-Marker auswählen, d.h. den roten Cursor auf die gewünschte Position stellen.

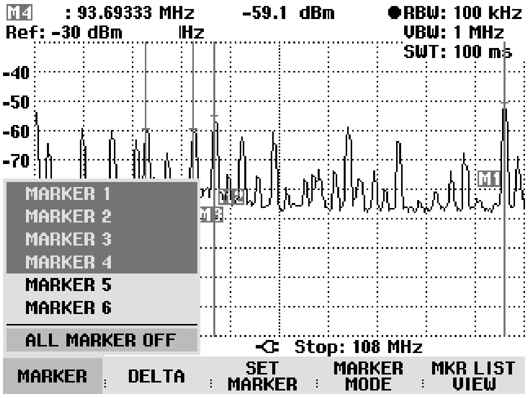
Das Wert-Eingabefeld für den gewählten Marker erscheint.

- Mit der dem Softkey MARKER bzw. DELTA den gewählten Marker oder Delta-Marker ausschalten.

*Hinweis: Wenn der Marker 1 (M1) ausgeschaltet wird, schaltet der R&S FSH auch alle Delta-Marker aus, da sich alle Delta-Marker auf den Marker 1 beziehen.*

**Alle Marker oder Delta-Marker ausschalten:**

- Den Softkey MARKER oder DELTA drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten MARKERS OFF bzw. DELTA OFF auswählen.
- Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MARKER bzw. DELTA alle Marker oder Delta-Marker ausschalten.

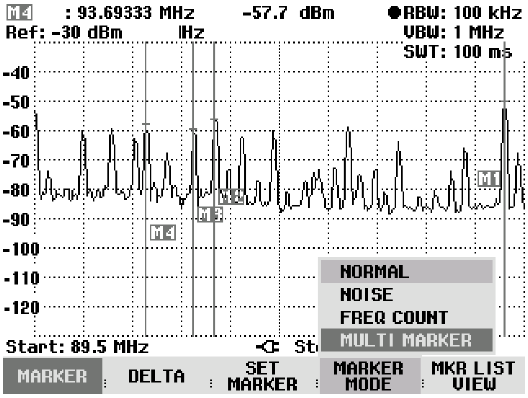



*Hinweis: Wenn die Marker ausgeschaltet werden, schaltet der R&S FSH auch alle Delta-Marker aus, da sich alle Delta-Marker auf den Marker 1 beziehen.*

**Den Multi-Marker-Mode verlassen**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey MARKER MODE drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Position NORMAL, NOISE oder FREQ COUNT im Untermenü auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MARKER MODE bestätigen.

Der R&S FSH kehrt in den normalen Marker-Mode zurück.




Die Einstellungen des Multi-Markers und der Multi-Delta-Markers mit der jeweils niedrigsten Nummer nimmt der R&S FSH in den normalen Marker-Mode mit.

Alternativ kann der Multi-Marker-Mode durch Ausschalten aller Marker (Taste MARKER: Softkey MARKER: Menüpunkt MARKER OFF) oder mit PRESET verlassen werden.

# Markerfunktionen

Neben der normalen Markeranzeige mit Markerfrequenz und -pegel (Einstellung NORMAL) bietet der R&S FSH an der Markerposition weitergehende Auswertungen der Messung an. So kann er die Rauschleistungsdichte bezogen auf 1 Hz Bandbreite (Funktion NOISE) berechnen oder die Frequenz eines Signals an der Markerposition messen (Funktion FREQ COUNT).

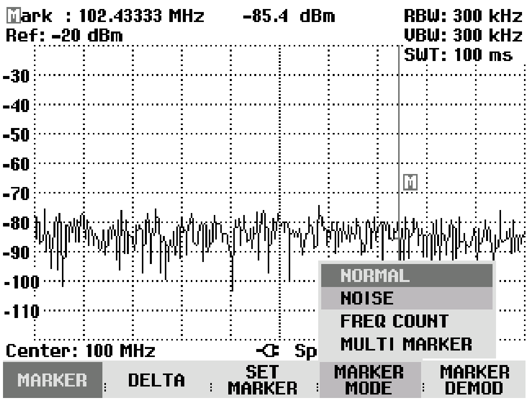
## Messung der Rauschleistungsdichte

Mit der Funktion NOISE berechnet der R&S FSH die Rauschleistungsdichte an der Markerposition. Er rechnet dazu aus den Pixelwerten der Messkurve, der eingestellten Auflösebandbreite, dem Detektor und der Art der Pegelanzeige (linear oder logarithmisch) die Rauschleistungsdichte in dBm/(1 Hz) aus. Um die Rauschleistungsanzeige zu stabilisieren zieht er dabei das Pixel, auf dem der Marker steht, und je vier Pixel rechts und links vom Markerpixel zur Berechnung heran. Die Rauschleistungsdichte kann vorteilhaft zur Messung von Rauschsignalen oder digital modulierten Signalen verwendet werden. Vor-

aussetzung für ein richtiges Messergebnis ist allerdings, dass das Spektrum im Bereich des Markers einen ebenen Frequenzgang hat. Bei der Messung von diskreten Signalen führt die Funktion zu falschen Ergebnissen.

**Bedienung:**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey MARKER MODE drücken.
- Mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad den Menüpunkt NOISE im Untermenü auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken auf den Softkey MARKER MODE abschließen.




Der R&S FSH zeigt nun den Markerpegel in dBm/Hz an. Wenn der Delta-Marker der aktive Marker ist, zeigt er das Ergebnis in dBc/Hz an. Der Bezug ist dabei der Hauptmarker (MARKER).

## Messung der Frequenz

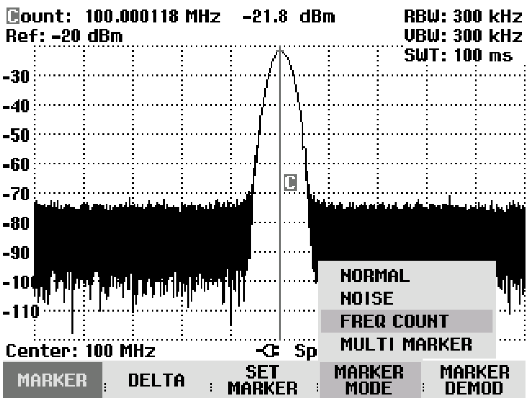
Mit der Funktion FREQ COUNT misst der R&S FSH die Frequenz des Signals an der Markerposition. Die Genauigkeit der Markerfrequenzanzeige ist dann nicht mehr von der Pixelauflösung der Messkurve abhängig, sondern nur mehr von der Genauigkeit der internen Referenzfrequenz.

Die Markerfrequenz errechnet der R&S FSH aus der eingestellten Mittenfrequenz, dem Frequenzdarstellbereich und der Position der Pixels der Messkurve, auf dem der Marker steht. Die Messkurve besteht aus 301 Pixels in der Frequenzachse. Damit ergibt sich vor allem bei großen Frequenzdarstellbereichen eine relative grobe Frequenzauflösung. Um diese zu umgehen kann der interne Frequenzzähler des R&S FSH verwendet werden. Der R&S FSH hält bei der Frequenzmessung den Frequenzablauf an der Markerposition kurz an und misst die Frequenz mit einem Frequenzzähler. Die Auflösung des Frequenzzählers ist 0,1 Hz und damit wesentlich höher als ohne Frequenzmessung. Trotz der hohen Auflösung ist die Frequenzzählung aufgrund eines speziellen Algorithmus für das IQ-Basisbandsignal sehr schnell (ca. 30 ms bei 1 Hz Auflösung). Die Genauigkeit der Frequenzausgabe hängt damit praktisch nur noch von der internen Referenzfrequenz (TCXO) ab.

Der Frequenzzähler liefert die volle Genauigkeit nur bei Sinussignalen, die mindestens 20 dB aus dem Rauschen ragen. Bei kleineren Signal-Rauschabständen beeinflusst das Rauschen zusätzlich das Messergebnis.

**Bedienung:**

- Die Taste MARKER drücken.
- Den Softkey MARKER MODE drücken.
- Mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad den Menüpunkt FREQ COUNT auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken auf den Softkey MARKER MODE abschließen.




Der R&S FSH zeigt nun die gezählte Markerfrequenz mit 1 Hz Auflösung an. Zum Hinweis, dass der Frequenzzähler eingeschaltet ist, wechselt die Anzeige MARKER oben links am Bildschirm in "Count:".

## NF-Demodulation

Der R&S FSH bietet einen AM- und FM-Hördemodulator zum Abhören von modulierten Signalen an. Das demodulierte NF-Signal kann mit dem Kopfhörer (mitgeliefertes Zubehör) abgehört werden. Der Kopfhörer wird an der Kopfhörerbuchse (3,5 mm-Klinkenbuchse) auf der linken Seite des Tragegriffs angeschlossen. Da der R&S FSH bei AM-Demodulation die ungeregelte Videospannung hörbar macht, ist zu empfehlen den Referenzpegel so einzustellen, dass der Pegel des zu demodulierenden Signals in der Nähe des Referenzpegels ist.

Bei der Messung von Spektren im Frequenzbereich demoduliert der R&S FSH bei der Frequenz des Markers für eine vorgebbare Zeit. Der Sweep stoppt an der Markerfrequenz und wird nach der Zeitdauer der Demodulation wieder fortgesetzt. Bei der Messung im Zeitbereich (Span = 0 Hz) demoduliert der R&S FSH kontinuierlich.

**Bedienung:**

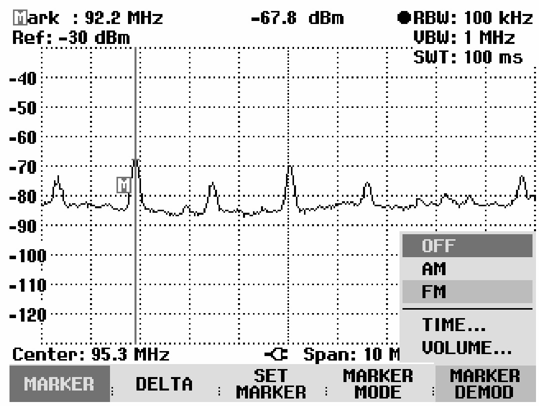
➢ Die Taste Marker drücken.

➢ Den Softkey MARKER DEMOD drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü zur Einstellung der Demodulationsparameter. Wenn kein Marker aktiviert war, schaltet er den Marker ein und setzt ihn auf den größten Wert der Messkurve.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die gewünschte Demodulationsart (AM oder FM) anfahren und mit der ENTER-Taste auswählen.

*Hinweis:* *Bei Einschalten der NF-Demodulation schaltet der R&S FSH den Noise-Marker oder den Frequenzzähler automatisch aus.*




➢ Für die Eingabe der Zeit für die Demodulation den Menüpunkt TIME... im Menü auswählen.

Die aktuell eingestellte Demodulationszeit ist im Werteingabefeld angegeben. Der einstellbare Bereich ist 100 ms bis 500 s. Wenn der R&S FSH auf Span = 0 Hz eingestellt ist, ist die Einstellung der Demodulationszeit ohne Bedeutung, da er kontinuierlich demoduliert.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Zeit verändern oder mit den Zifferntasten eine Zeit eingeben und mit der ENTER-Taste bestätigen.

➢ Zur Änderung der Lautstärke den Menüpunkt VOLUME... anwählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.

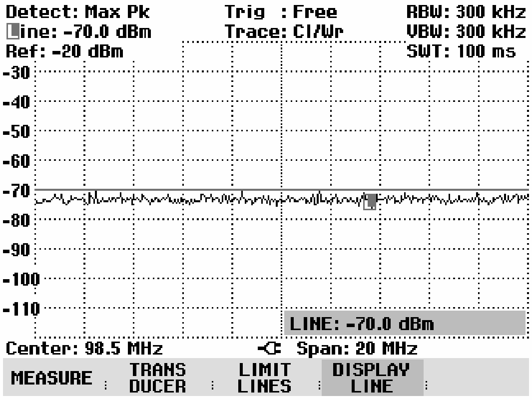
Der R&S FSH zeigt die aktuelle Lautstärke in % im Werteingabefeld an. Der Eingabebereich ist 0 % (ganz leise) bis 100 % (volle Lautstärke).

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Lautstärke verändern oder mit den Zifferntasten einen Prozentwert eingeben und mit der ENTER-Taste bestätigen.

Als Hinweis, dass die NF-Demodulation eingeschaltet ist, zeigt der R&S FSH die Softkeybeschriftung MARKER DEMOD nach Verlassen des Menüs mit grünem Hintergrund an.

# Benutzung der Displaylinie

Neben den Markern bietet der R&S FSH eine horizontale Displaylinie an, mit der eine visuelle Bestimmung des Pegels eines Signals möglich ist.




➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey DISPLAY LINE drücken.

Der R&S FSH zeigt eine horizontale Displayline über das gesamte Messwertdiagramm an. Sie ist zur Unterscheidung von anderen Linien mit 'L' markiert. Die Y-Position der Linie ist links über dem Messwertdiagramm angegeben (Line: -53 dBm im Bild rechts).

➢ Die Displaylinie mit dem Drehrad oder den Cursortasten in Y-Richtung verstellen oder mit den Zifferntasten einen Pegel für deren Position eingeben.

Mit der Taste ENTER die Eingabe abschließen.
Die Softkeybeschriftung DISPLAY LINE wird grün hinterlegt und die Eingabebox verschwindet.

Die Position der Displaylinie ist im Gegensatz zu den Markern pixelorientiert. Deren Auflösung in Y-Richtung ist daher abhängig von der Einstellung des Messbereichs in Y-Richtung. Bei 100 dB Anzeigebereich ist sie 0,5 dB. Bei der Einstellung der Displaylinie mit dem Drehrad benutzt der R&S FSH immer die Schrittweite der Display-Auflösung in Y-Richtung, zum Beispiel 0,5 dB bei 100 dB Pegelmessbereich. Die Cursortasten bewegen die Display-Linie dagegen immer um 10 % des Darstellbereichs in Y-Richtung. Für eine schnelle Einstellung der Display-Linie ist daher zu empfehlen, diese mit den Cursortasten in die Nähe der gewünschten Position zu bringen und sie anschließend mit dem Drehrad fein zu justieren.

# Einstellung und Benutzung der Messfunktionen

Für komplexe Messaufgaben bietet der R&S FSH Messfunktionen an, die mit wenigen Tastendrücken eine bestimme Messaufgabe lösen oder mit Hilfe von Zubehör weitergehende Messungen ermöglichen.

# Messung der Kanalleistung von kontinuierlich modulierten Signalen

Die Kanalleistungsmessfunktion ermöglicht die Leistung von modulierten Signalen selektiv zu messen. Im Gegensatz zu einem Leistungsmesser, der die Leistung über seinen gesamten Frequenzbereich misst, kann mit der Kanalleistungsmessung die Leistung eines definierbaren Übertragungskanals gemessen werden. Sonstige Signale im Frequenzspektrum beeinflussen das Messergebnis nicht.

Mit der Kanalleistungsmessung misst der R&S FSH das Spektrum innerhalb des Kanals mit im Vergleich zur Kanalbandbreite kleiner Auflösebandbreite. Anschließend integriert er die Messwerte der Messkurve zur Gesamtleistung. Dabei berücksichtigt er das Verhalten der gewählten Anzeigeart (linear oder logarithmisch), des gewählten Detektors und der Auflösebandbreite. Durch die schmale Auflösebandbreite bildet er ein steiles Kanalfilter nach, so dass Aussendungen außerhalb des Kanals nicht in das Messergebnis eingehen.

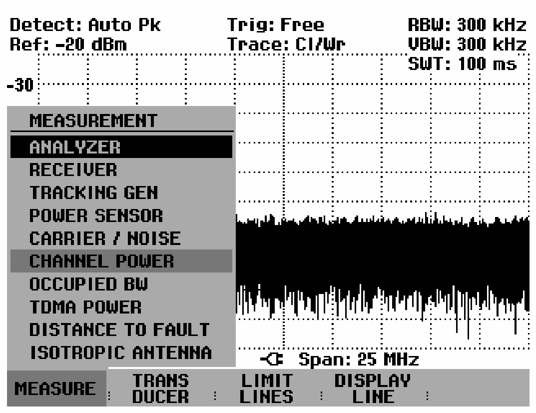
Für die Übertragungssysteme 3 GPP W-CDMA, cdmaOne und cdma2000 1x bietet der R&S FSH Voreinstellungen an, die dem Benutzer die Einstellung des Analysators abnehmen. Es sind aber auch benutzerspezifische Kanaleinstellungen möglich, die den R&S FSH an andere Übertragungssysteme anpassen.

**Bedienung:**

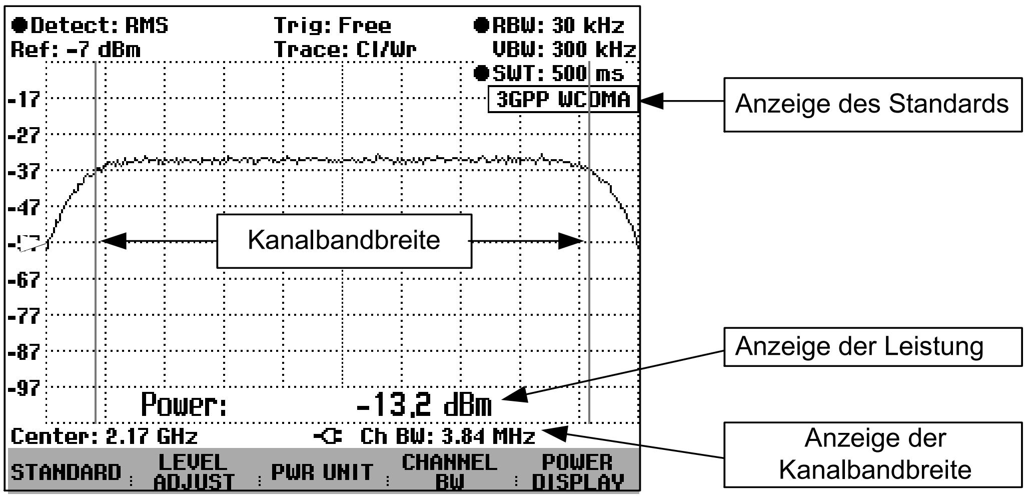
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü mit den Messfunktionen.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt CHANNEL POWER auswählen (CHANNEL POWER rot hinterlegt).
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.



Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü zur Einstellung der Kanalleistungsmessung an. Im Messdiagramm zeigt er durch zwei senkrechte Linien die Kanalbandbreite an. Die gemessene Kanalleistung zeigt er im Messwertdiagramm unten groß an.




In der Grundeinstellung ist die Leistungsmessung für 3GPP W-CDMA Signale eingestellt.

## Auswahl des Standards

Der R&S FSH bietet für verschiedene Standards eine Voreinstellung für die Kanalleistungsmessung an. Zusätzlich kann eine benutzerspezifische Konfiguration definiert und gespeichert werden.

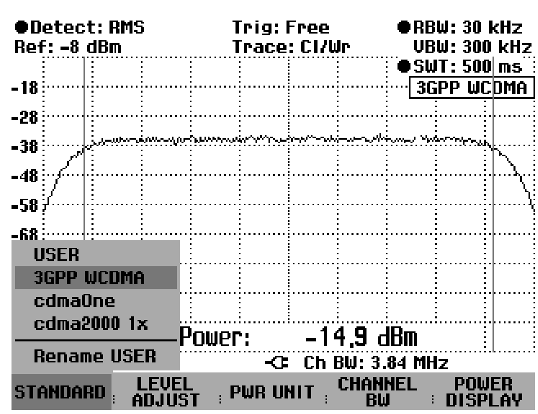
➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Standard auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

Der R&S FSH stellt den gewählten Standard ein. Die Einstellparameter Frequenzdarstellbereich, Auflösebandbreite, Videobandbreite, Sweepzeit und Detektor werden für den Standard optimal eingestellt.




Mit der Auswahl von USER stellt der R&S FSH die zuletzt mit USER verwendete Einstellung für die Kanalleistungsmessung wieder ein. Änderungen in den Einstellungen übernimmt er automatisch, so dass sie beim nächsten Aufruf des Standards USER wieder verfügbar sind.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

- Der Darstellbereich (Span) ist immer an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite sollte zwischen 1 und 4 % der Kanalbandbreite gewählt werden. Somit ist gewährleistet, dass die Messung der Kanalleistung mit guter Selektion zu den benachbarten Kanälen durchgeführt wird.

- Die Videobandbreite ist mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Leistung immer richtig gemessen wird, unabhängig von der zu messenden Signalform.
- Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass das Messergebnis stabil ist. Bei Verlängerung der Sweepzeit verlängert der R&S FSH auch die Integrationszeit für den RMS-Detektor und liefert damit auch stabilere Messwerte.

**Umbenennung des USER-Standards:**

Die Einstellung für den Standard USER kann mit einem benutzdefinierten Namen versehen werden. Damit wird sofort die Einstellung klar, die der R&S FSH in der USER-Einstellung benutzt. Der eingegebene Name für den USER-Standard erscheint auch im Bildschirm, so dass zum Beispiel bei der Dokumentation der Messung die Einstellung mit dokumentiert wird.

➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

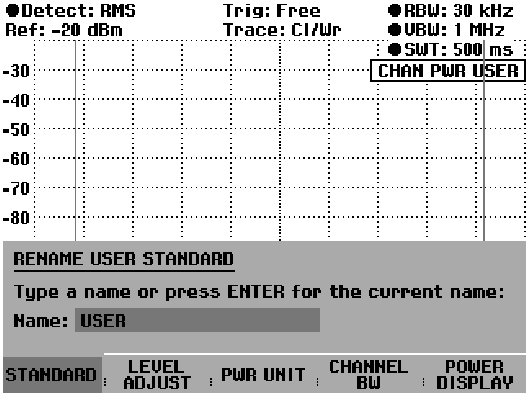
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten Rename USER auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

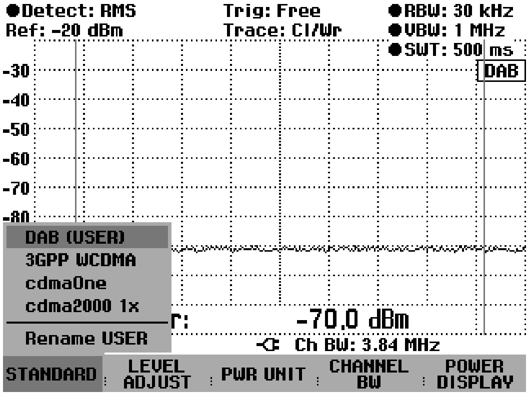
Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den Namen des USER-Standards.

➢ Mit den Zifferntasten einen eigenen Namen eingeben.

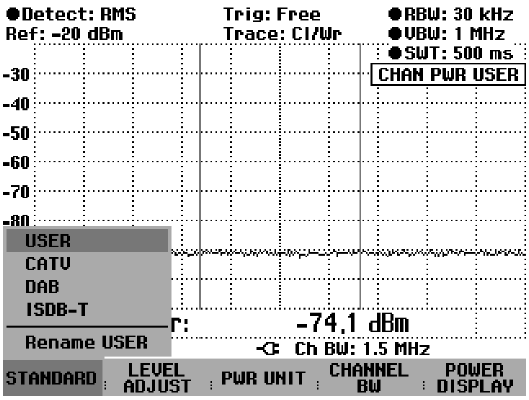
➢ Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschliessen.




Bei Aufruf des Menüs STANDARD erscheint der eingegebene Name im Menüpunkt USER, z.B. DAB (USER). Der Name erscheint auch oben rechts am Bildschirm nach der Auswahl des USER-Standards.



Über die Steuersoftware FSH View können zusätzliche Standards erzeugt werden und fest in den R&S FSH geladen werden. Ebenso können die bei Auslieferung des Gerätes angebotenen Standards gelöscht werden, falls diese nicht gebraucht werden. Der R&S FSH bietet dann nur noch die notwendigen Standards an, zum Beispiel zur Messung an TV-Signalen.




## Einstellung des Referenzpegels

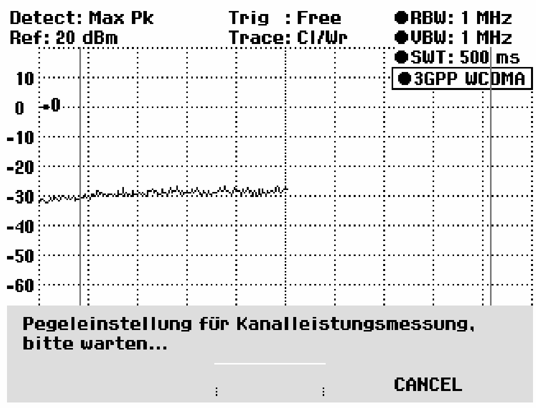
Bei der Wahl des Referenzpegels ist darauf zu achten, dass der R&S FSH nicht übersteuert wird. Da die Leistung mit einer im Vergleich zur Signalbandbreite kleinen Auflösebandbreite gemessen wird, kann der R&S FSH übersteuert werden, obwohl sich die Messkurve innerhalb des Messdiagramms befindet. Um eine Übersteuerung auszuschließen, kann das Signal mit der größtmöglichen Auflösebandbreite und dem Peak-Detektor gemessen werden. Die Messkurve darf mit dieser Einstellung den Referenzpegel nicht überschreiten.

Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Referenzpegels an.

➢ Den Softkey LEVEL ADJUST drücken.

Der R&S FSH startet die Messung des optimalen Referenzpegels, wobei er die Auflösebandbreite 1 MHz, die Videobandbreite 1 MHz und den Peak-Detektor benutzt. Während der Messung meldet er "Pegeleinstellung für Kanalleistungsmessung, bitte warten...".

Anschließend stellt er den optimalen Referenzpegel ein.




## Einstellung der Kanalbandbreite

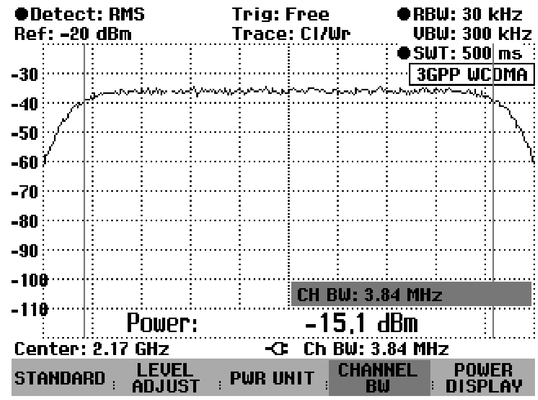
Mit der Kanalbandbreite wird die Bandbreite festgelegt, in der der R&S FSH um die eingestellte Mittenfrequenz die Leistung berechnet.

➢ Den Softkey CHAN BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld mit der gerade eingestellten Kanalbandbreite.

➢ Mit den numerischen Tasten eine neue Kanalbandbreite eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Kanalbandbreite verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey CHANNEL BW abschließen.




Der R&S FSH passt den Frequenzdarstellbereich (Span) automatisch an die eingegebene Kanalbandbreite an (Span = 1,2 x Kanalbandbreite), so dass eine korrekte Messung der Kanalleistung sichergestellt ist.

Die minimal einstellbare Kanalbandbreite ist 8,33 kHz bei den R&S FSH3 Modellen 1145.5850.03 und1145.5850.13.
Bei Einstellung einer kleineren Kanalbandbreite stellt der R&S FSH eine Frequenz von 8,33 kHz ein und meldet "Bereichsüberschreitung".

Beim R&S FSH3 Modell 1145.5850.23 und beim R&S FSH6 / R&S FSH18 ist die minimale Kanalbandbreite 833 Hz bei einem Span von 1 kHz.

## Veränderung des Frequenzdarstellbereichs

Der vom R&S FSH eingestellte Frequenzdarstellbereich führt zu den genauesten Messergebnissen. Damit sind jedoch Signale in der Umgebung des Messkanals nicht mehr erkennbar. Für einen Überblick des Spektrums außerhalb des Messkanals ist der Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung bis zum 10fachen der Kanalbandbreite veränderbar.

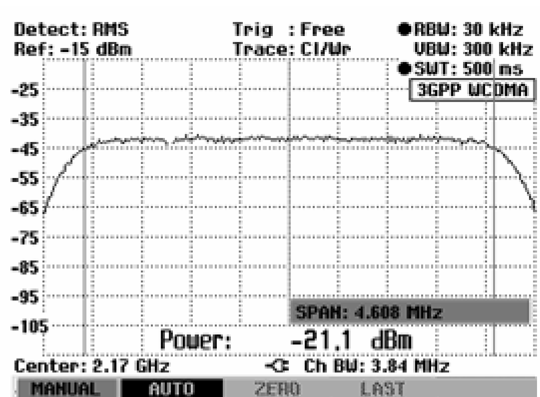
**Bedienung:**

➢ Die Taste SPAN drücken.

Der Softkey AUTO SPAN ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der für die Kanalleistungsmessung optimale Frequenzdarstellbereich eingestellt ist. Die Eingabe MANUAL SPAN ist aktiviert für eine sofortige Eingabe eines anderen Frequenzdarstellbereichs.

➢ Mit den Zifferntasten einen neuen Frequenzdarstellbereich eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Frequenzdarstellbereich verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MANUAL SPAN abschließen.



Der größte zugelassene Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung ist das Zehnfache der Kanalbandbreite. Bei größeren Frequenzdarstellbereichen wäre das Ergebnis der Kanalleistungsmessung zunehmend ungenau, da zu wenige Punkte der Messkurve in den zu messenden Kanal fallen.

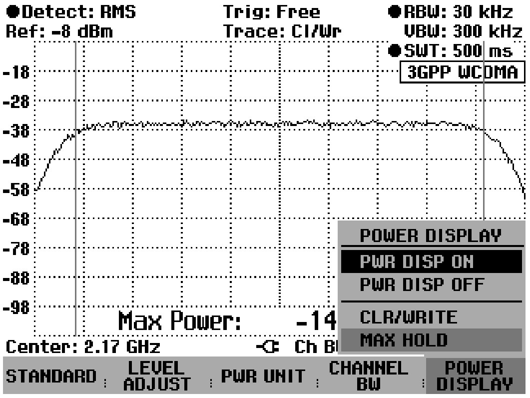
- Den Softkey AUTO SPAN drücken, um wieder den optimalen Frequenzdarstellbereich einzustellen.
- Zur Rückkehr in das Menü für die Kanalleistungsmessung die Taste MEAS drücken.

**Messung der maximalen Kanalleistung:**

Bei stark schwankenden Signalpegeln kann mit Hilfe der Max Hold-Funktion das Maximum der Kanalleistung bestimmt werden.

**Bedienung:**

- Den Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Funktion MAX HOLD auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen. Die Leistungsanzeige wechselt von "Power" auf "Max Power".
- Zum Ausschalten der Max Hold-Funktion den Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Funktion CLR/WRITE auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen. Die Leistungsanzeige wechselt von "Max Power" auf "Power".




## Anzeige der Leistung

Der R&S FSH blendet unten im Messdiagramm die Leistung ein (Power = nn.nn dBm). Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Leistungsanzeige ausgeblendet werden.

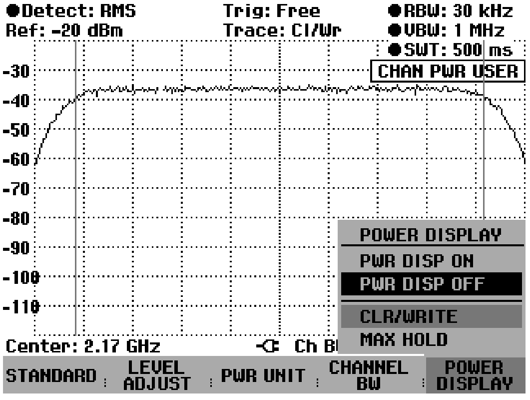
**Bedienung:**

Leistungsanzeige ausschalten:

- Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten PWR DISP OFF auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen.

Leistungsanzeige einschalten:

- Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten PWR DISP ON auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen.



**Einheit für die Leistungsanzeige:**

Der R&S FSH kann die Leistung in verschiedenen Einheiten ausgeben. Die Grundeinheit ist dBm.

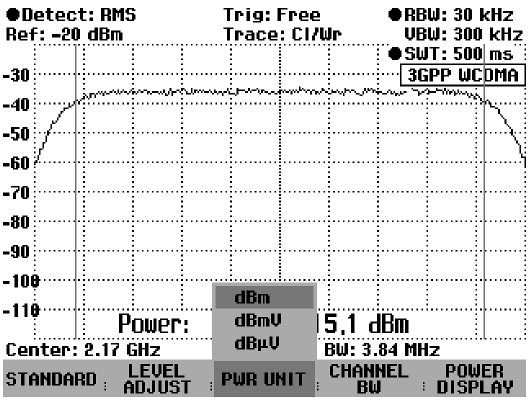
➢ Den Softkey PWR UNIT drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü mit den Einheiten dBm, dBmV und dBµV.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey PWR UNIT die Auswahl bestätigen.

Der R&S FSH zeigt den Leistungspegel in der gewählten Einheit an.



# Messung der Leistung von TDMA-Signalen

Bei TDMA-Übertragungsverfahren (Zeitmultiplexverfahren) wie GSM teilen sich mehrere Benutzer einen Frequenzkanal. Jeder Benutzer hat dabei nur einen zugewiesenen Zeitabschnitt zur Verfügung. Zur Messung der Leistung innerhalb eines Zeitabschnittes bietet der R&S FSH die Funktion TDMA POWER an. Er misst dabei im Zeitbereich (Span = 0 Hz) die Leistung. Der Startpunkt für die Leistungsmessung ist durch den Triggerzeitpunkt des externen Triggers oder des Video-Triggers bestimmt. Die Zeit für die Leistungsmessung ist mit der gewählten Messzeit (MEAS TIME) vorgegeben.

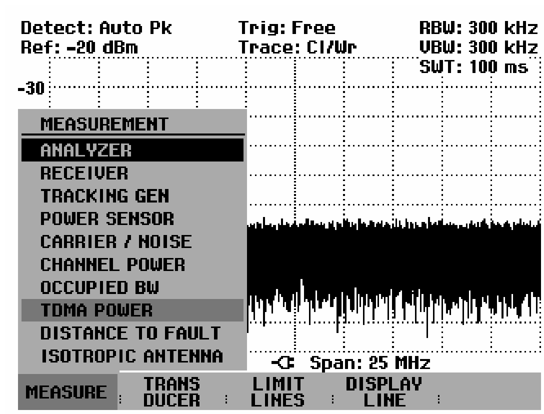
Zur richtigen Leistungsmessung im Zeitbereich ist darauf zu achten, dass sich das gesamte Signal innerhalb der eingestellten Auflösebandbreite befindet. Wenn die Auflösebandbreite zu schmal eingestellt ist, wird die Leistung zu niedrig gemessen.

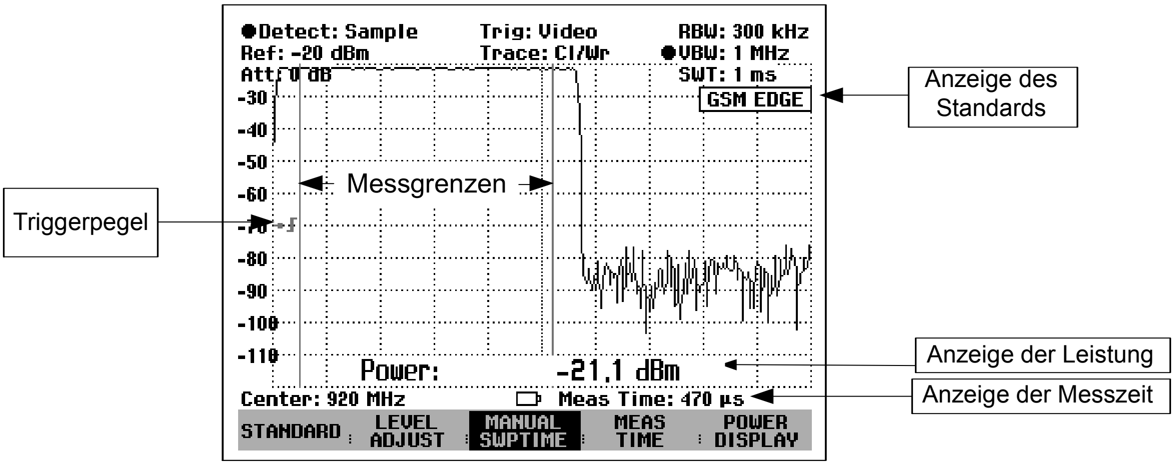
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü mit den Messfunktionen.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt TDMA POWER auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

Der R&S FSH zeigt die Softkeys zur Einstellung der Leistungsmessung im Zeitbereich an.



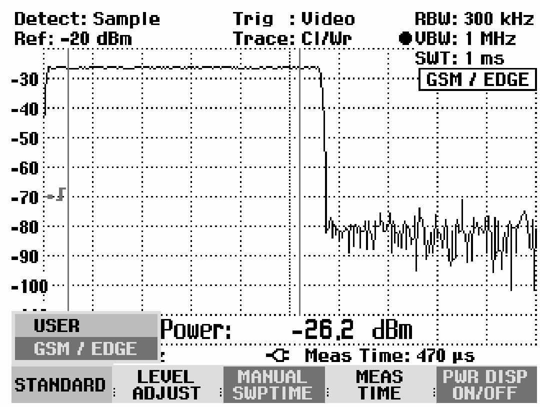




## Auswahl des Standards

Mit dem Einschalten der Funktion schaltet der R&S FSH automatisch den GSM/EDGE-Standard ein. Alle Voreinstellungen sind dabei so gewählt, dass die Leistung innerhalb eines GSM- oder EDGE-Bursts richtig gemessen werden.

Eine andere Voreinstellung ist mit USER möglich.

- Den Softkey STANDARD drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt USER auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD bestätigen.




Der R&S FSH stellt die unter dem User-Standard bereits abgespeicherten Einstellungen ein. Beim ersten Aufruf des Standards User stellt er die Messparameter aus dem GSM/EDGE-Standard ein.

Wenn der Standard USER eingestellt ist, übernimmt der R&S FSH alle Änderungen der Messparameter automatisch, so dass sie bei erneutem Einstellen des Standards User wieder verfügbar sind.

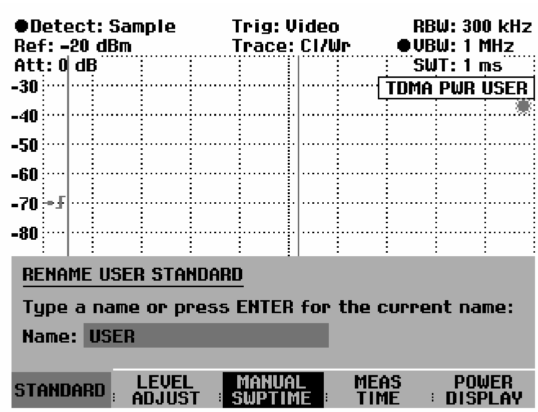
**Umbenennung des USER-Standards:**

Die Einstellung für den Standard USER kann mit einem benutzdefinierten Namen versehen werden. Der eingegebene Name für den USER-Standards erscheint auch im Bildschirm, so dass zum Beispiel bei der Dokumentation der Messung die Einstellung mit dokumentiert wird.

- Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

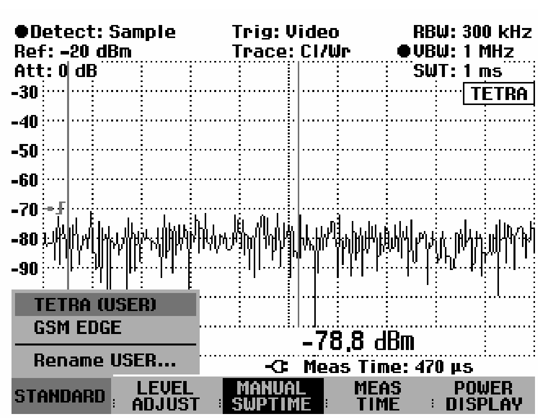
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten Rename USER auswählen.
- Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.




Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den Namen des User-Standards.

- Mit den Zifferntasten einen eigenen Namen eingeben.
- Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschliessen.

Bei Aufruf des Menüs STANDARD erscheint der eingegebene Name im Menüpunkt USER, z.B, TETRA (USER). Der Name erscheint auch oben rechts am Bildschirm nach der Auswahl des USER-Standards.




Über die Steuersoftware FSH View können zusätzliche Standards erzeugt werden und fest in den R&S FSH geladen werden. Ebenso können die bei Auslieferung des Gerätes angebotenen Standards gelöscht werden, falls diese nicht gebraucht werden. Der R&S FSH bietet dann nur noch die notwendigen Standards an.

## Einstellung der Messzeit

Die Messzeit (MEAS TIME) definiert den Bereich, über den der R&S FSH die Leistungsmessung durchführt. Sie kann innerhalb des eingestellten Darstellbereichs (Sweep Time) gewählt werden.

➢ Den Softkey MEAS TIME drücken.

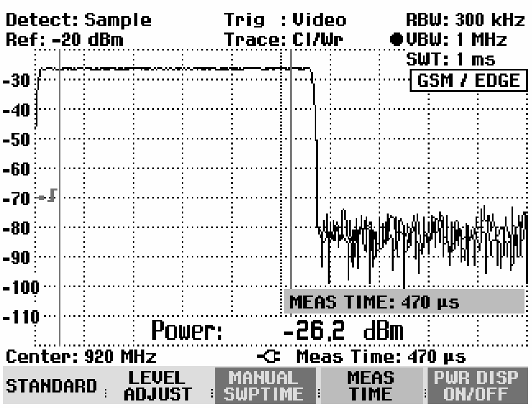
Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld mit der gerade eingestellten Messzeit.

➢ Mit den numerischen Tasten eine neue Messzeit eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Messzeit verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS TIME abschließen.

Wenn die eingegebene Messzeit größer ist als die eingestellte Sweepzeit, meldet der R&S FSH "Maximum erreicht" und stellt die Messzeit gleich der Sweepzeit ein. Wird eine längere Messzeit gewünscht, so ist erst die Sweepzeit zu verlängern.

Die minimale Messzeit ist mindestens ein Pixel der Messkurve (= Sweepzeit /301).




## Optimierung des Referenzpegels

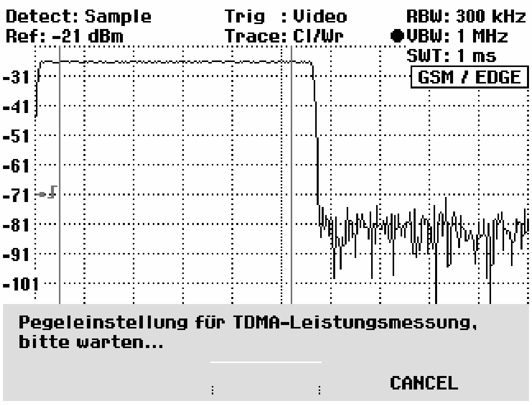
Um einen möglichst großen Dynamikbereich für Burstsignale zu erzielen, ist der Referenzpegel möglichst niedrig einzustellen. Andererseits wird der R&S FSH vom Messsignal übersteuert, wenn dessen maximaler Pegel den Referenzpegel übersteigt. Da die Auflösebandbreiten des R&S FSH digital nach dem AD-Wandler realisiert sind, liegt je nach gewählter Auflösebandbreite am AD-Wandler ein höherer Signalpegel an, als an der Messkurve sichtbar ist. Um eine Übersteuerung des AD-Wandlers zu vermeiden, ist das Signal bei der breitesten Auflösebandbreite (1 MHz) und Videobandbreite (1 MHz) mit dem Peak-Detektor zu messen. Der Maximalwert der Messkurve bestimmt dann den optimalen Referenzpegel.

Um die Bestimmung des optimalen Referenzpegels zu vereinfachen, bietet der R&S FSH mit LEVEL ADJUST dazu eine automatische Routine an.

➢ Den Softkey LEVEL ADJUST drücken.

Der R&S FSH startet die Messung des optimalen Referenzpegels, wobei er die Auflösebandbreite 1 MHz, die Videobandbreite 1 MHz und den Peak-Detektor benutzt. Während der Messung meldet er "Pegeleinstellung für TDMA-Leistungsmessung, bitte warten...".

Der optimale Referenzpegel wird anschließend eingestellt.



## Anzeige der Leistung

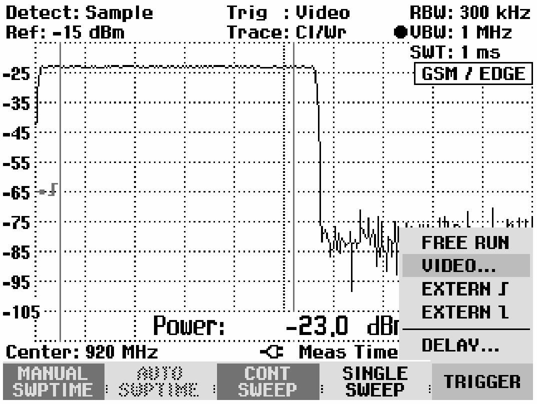
Der R&S FSH blendet unten im Messdiagramm die Leistung ein (Power = nn.nn dBm). Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Leistungsanzeige ausgeblendet werden. Die Ausblendung erfolgt durch Druck auf den Softkey POWER DISPLAY und die Auswahl mit den Cursortasten oder dem Drehrad von PWR DISP OFF.

## Einstellung des Triggers

Zur korrekten Positionierung des Bursts in den Bereich der Leistungsmessung ist normalerweise ein Trigger notwendig. In der Grundeinstellung verwendet der R&S FSH dazu den Video-Trigger bei 50 % der Y-Skalierung des Messwertdiagramms. Unter der Annahme, dass der zu messende Burst die 50 %-Marke des Triggers kreuzt, triggert der R&S FSH auf die steigende Flanke des Bursts.

Sollte dies nicht der Fall sein, ist der Triggerpegel so zu verstellen, dass der R&S FSH durch die Burstflanke getriggert wird. Andernfalls findet keine Messung statt.

Bei Messobjekten, die einen Trigger zur Verfügung stellen, kann auch der externe Trigger zur Messung verwendet werden.




- Den Triggerausgang des Messobjekts mit dem Triggereingang des R&S FSH verbinden.
- Die Taste SWEEP drücken.
- Den Softkey TRIGGER drücken.
- Den Menüpunkt EXTERN (steigende oder fallende Flanke) auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey TRIGGER bestätigen.

Durch Einstellen der Triggerverzögerung den Burst in das Messfenster positionieren.

- Den Softkey DELAY... drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Triggerverzögerung einstellen, bis der TDMA-Burst innerhalb der senkrechten Linien für den Messbereich zu liegen kommt, oder
- mit den Zifferntasten die gewünschte Triggerverzögerung eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheitentaste abschließen.

# Messung der belegten Bandbreite

Zur Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Betriebs eines Sendenetzes ist Bedingung, dass alle Sender die ihnen zugewiesene Bandbreite einhalten. Die belegte Bandbreite ist definiert als die Bandbreite, in der ein bestimmter Prozentsatz der gesamten Leistung eines Senders enthalten ist. Der Prozentsatz der Leistung kann im R&S FSH zwischen 10 und 99,9 % festgelegt werden. Eine Vielzahl von Standards fordern einen Prozentsatz von 99 % so dass dieser Wert der Grundeinstellung im R&S FSH entspricht.

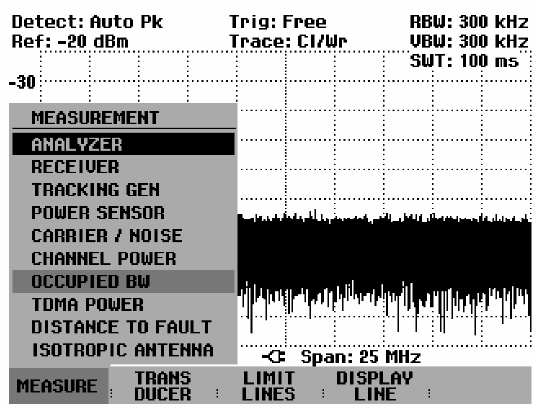
Der R&S FSH bietet die Messung der belegten Bandbreite als Messfunktion an. Die Messparameter wählt er dabei nach Eingabe der Kanalbandbreite automatisch so aus, dass ein optimales Ergebnis erzielt wird.

**Bedienung:**

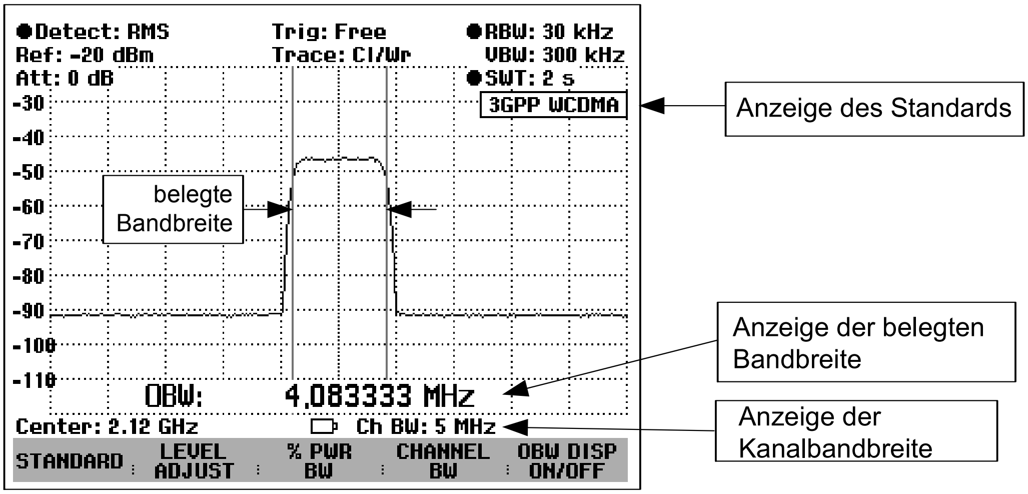
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü mit den Messfunktionen.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt OCCUPIED BW auswählen (Auswahl rot hinterlegt).
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.




Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü zur Einstellung zur Messung der belegten Bandbreite an. Im Messdiagramm zeigt er durch zwei senkrechte Linien die belegte Bandbreite an. Den numerischen Messwert (OBW) zeigt er im Messwertdiagramm unten groß an.



## Auswahl eines Standards

Der R&S FSH bietet für verschiedene Standards eine Voreinstellung für die Messung der belegten Bandbreite an. Zusätzlich kann eine benutzerspezifische Konfiguration definiert und gespeichert werden.

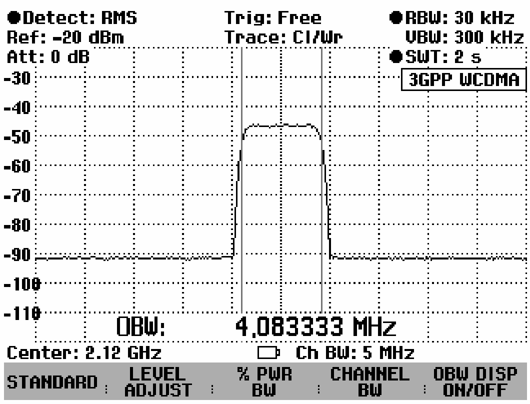
➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Standard auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

Der R&S FSH stellt den gewählten Standard ein. Die Einstellparameter Frequenzdarstellbereich, Auflösebandbreite, Videobandbreite, Sweepzeit und Detektor werden für den Standard optimal eingestellt.




Mit der Auswahl von USER stellt der R&S FSH die zuletzt mit USER verwendete Einstellung für die Messung der belegten Bandbreite wieder ein. Änderungen in den Einstellungen übernimmt er automatisch, so dass sie beim nächsten Aufruf des Standards USER wieder verfügbar sind.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

- Der Darstellbereich (Span) ist immer an die Kanalbandbreite (CHANNEL BW) gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span (= 5 x Kanalbandbreite) ein.
- Die Auflösebandbreite sollte zwischen 1 und 4 % der Kanalbandbreite gewählt werden. Somit ist gewährleistet, dass die Messung der belegten Bandbreite mit hoher Genauigkeit durchgeführt wird.
- Die Videobandbreite ist mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird das Signal nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Leistung immer richtig gemessen wird, unabhängig von der zu messenden Signalform.
- Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass das Messergebnis stabil ist. Bei Verlängerung der Sweepzeit verlängert der R&S FSH3 auch die Integrationszeit für den RMS-Detektor und liefert damit auch stabilere Messwerte.

**Umbenennung des USER-Standards:**

Die Einstellung für den Standard USER kann mit einem benutzdefinierten Namen versehen werden. Der eingegebene Name für den USER-Standards erscheint auch im Bildschirm, so dass zum Beispiel bei der Dokumentation der Messung die Einstellung mit dokumentiert wird.

➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

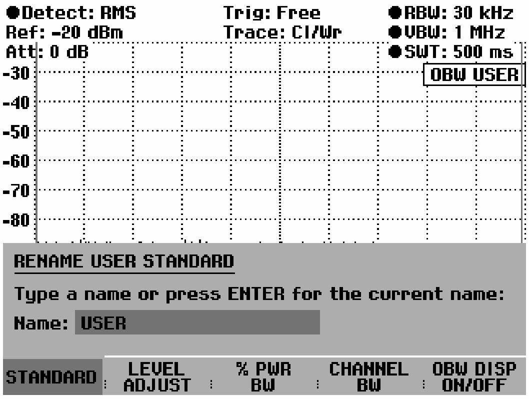
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten Rename USER auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

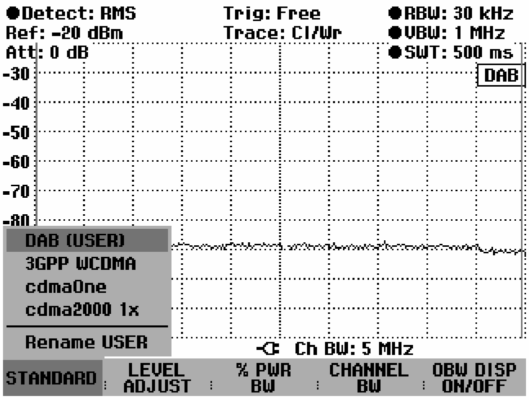
Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den Namen des User-Standards.

➢ Mit den Zifferntasten einen eigenen Namen eingeben.

➢ Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschliessen.




Bei Aufruf des Menüs STANDARD erscheint der eingegebene Name im Menüpunkt USER, z.B, DAB (USER). Der Name erscheint auch oben rechts am Bildschirm nach der Auswahl des USER-Standards.




Über die Steuersoftware FSH View können zusätzliche Standards erzeugt werden und fest in den R&S FSH geladen werden. Ebenso können die bei Auslieferung des Gerätes angebotenen Standards gelöscht werden, falls diese nicht gebraucht werden. Der R&S FSH bietet dann nur noch die notwendigen Standards an.

## Einstellung des Referenzpegels

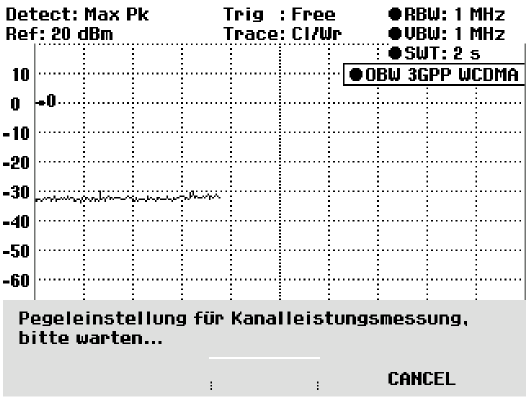
Bei der Wahl des Referenzpegels ist darauf zu achten, dass der R&S FSH nicht übersteuert wird. Da die Leistung mit einer im Vergleich zur Signalbandbreite kleinen Auflösebandbreite gemessen wird, kann der R&S FSH übersteuert werden, obwohl sich die Messkurve innerhalb des Messdiagramms befindet. Um eine Übersteuerung auszuschließen, kann das Signal mit der größtmöglichen Auflösebandbreite und dem Peak-Detektor gemessen werden. Die Messkurve darf mit dieser Einstellung den Referenzpegel nicht überschreiten.

Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Referenzpegels an.

➢ Den Softkey LEVEL ADJUST drücken.

Der R&S FSH startet die Messung des optimalen Referenzpegels, wobei er die Auflösebandbreite 1 MHz, die Videobandbreite 1 MHz und den Peak-Detektor benutzt. Während der Messung meldet er "Pegeleinstellung für OBW Messung, bitte warten...".

Anschließend stellt er den optimalen Referenzpegel ein.




## Einstellung der Kanalbandbreite

Mit der Kanalbandbreite wird der Frequenzdarstellbereich, die Auflösebandbreite und die Sweepzeit festgelegt, in der der R&S FSH die belegte Bandbreite misst.

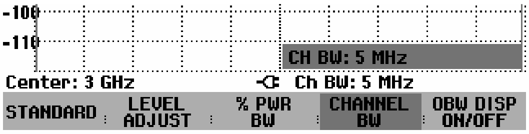
➢ Den Softkey CHAN BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld mit der gerade eingestellten Kanalbandbreite.

➢ Mit den numerischen Tasten eine neue Kanalbandbreite eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Kanalbandbreite verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey CHANNEL BW abschließen.

Der R&S FSH passt den Frequenzdarstellbereich (Span) automatisch an die eingegebene Kanalbandbreite an (Span = 5 x Kanalbandbreite), so dass eine korrekte Messung der belegten Bandbreite sichergestellt ist. Die minimal einstellbare Kanalbandbreite ist 2 kHz. Bei Einstellung einer kleineren Kanalbandbreite stellt der R&S FSH 2 kHz ein und meldet "Bereichsüberschreitung".



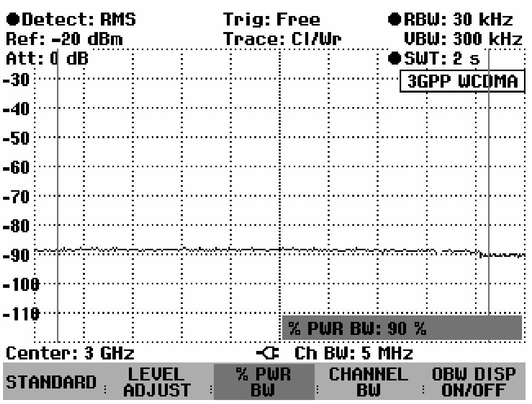
## Eingabe des prozentualen Anteils der Leistung zur Bestimmung der belegten Bandbreite

➢ Den Softkey % PWR BW drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Feld zur Eingabe des prozentualen Anteils der Leistung bezogen auf die Gesamtleistung im dargestellten Frequenzbereich, durch welche die belegte Bandbreite definiert ist (prozentualer Anteil an der der Gesamtleistung). Der R&S FSH zeigt den momentan eingestellten Wert an.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Prozentsatz verändern oder mit den numerischen Tasten einen Wert eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey % PWR BW abschließen.

Der R&S FSH zeigt nun die belegte Bandbreite des eingegebenen Prozentsatzes der gesamten Leistung an.




## Anzeige der belegten Bandbreite

Der R&S FSH blendet unten im Messdiagramm die belegte Bandbreite (OBW: nnn.nn kHz) ein. Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Anzeige der belegten Bandbreite ausgeblendet werden. Die Ausblendung erfolgt durch Druck auf den Softkey OBW DISP ON/OFF und der Auswahl mit den Cursortasten oder dem Drehrad von PWR DISP OFF.

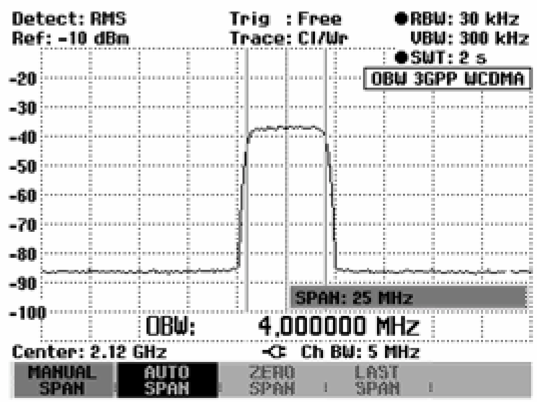
## Veränderung des Frequenzdarstellbereichs

Der vom R&S FSH eingestellte Frequenzdarstellbereich führt in der Regel zu optimalen Messergebnissen. In manchen Fällen kann es jedoch angebracht sein einen größeren Frequenzdarstellbereich zu wählen. Die ist zum Beispiel dann der Fall, wenn außerhalb des automatisch eingestellten Frequenzdarstellbereich noch Signalanteile vorhanden sind, die bei der Messung berücksichtigt werden sollen.

**Bedienung:**

➢ Die Taste SPAN drücken.

Der Softkey AUTO SPAN ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der für die Messung der belegten Bandbreite optimale Frequenzdarstellbereich eingestellt ist. für eine sofortige Eingabe eines anderen Frequenzdarstellbereichs ist die Eingabe MANUAL SPAN ist aktiv.




➢ Mit den Zifferntasten einen neuen Frequenzdarstellbereich eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Frequenzdarstellbereich verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MANUAL SPAN abschließen.

Der größte zugelassene Frequenzdarstellbereich bei der Messung der belegten Bandbreite ist das Zehnfache der Kanalbandbreite. Bei größeren Frequenzdarstellbereichen wäre das Ergebnis der Kanalleistungsmessung zunehmend ungenau, da zu wenige Punkte der Messkurve in den zu messenden Kanal fallen.

➢ Den Softkey AUTO SPAN drücken, um wieder den optimalen Frequenzdarstellbereich einzustellen.

➢ Zur Rückkehr in das Menü für die Messung der belegten Bandbreite die Taste MEAS drücken.

# Messung des Träger-Rauschleistungsverhältnisses

(Ab Firmware-Version 8.0 verfügbar.)

Für die Messung des Verhältnisses Trägerleistung zu Rauschleistung bietet der R&S FSH die Messung Carrier / Noise an. Der R&S FSH führt die Messung in zwei Schritten durch. Im ersten Schritt misst er die Trägerleistung eines Übertragungskanals oder der Benutzer bestimmt eine Referenzleistung, welche dann zur C/N-Berechnung verwendet wird. Im zweiten Schritt misst er die Rauschleistung eines unbelegten Übertragungskanals und berechnet das Verhältnis zwischen Träger- und Rauschleistung.

### Bestimmung der Trägerleistung (Referenzleistung bzw. Referenzpegel)

Der R&S FSH bietet die Trägerleistungsmessung für drei unterschiedliche Trägersignaltypen an.

- **Digital Tx**
  In der Betriebsart Digital Tx misst er die Kanalleistung eines Referenzkanals mit digital moduliertem Signal. Diese Art ist bei digital modulierten Trägern gebräuchlich, bei der die Leistung über den Kanal gleichverteilt ist, d. h. die Trägerleistung unabhängig vom Modulationssignal ist.
- **Analog TV**
  In der Betriebsart Analog TV misst er die Spitzenleistung des Bildträgers. Diese Messmethode ist bei amplitudenmodulierten TV-Signalen gebräuchlich.
- **CW Tx**
  In der Betriebsart CW Tx misst er die Leistung eines unmodulierten Trägers.
- **Manuelle Eingabe einer Referenzleistung bzw. eines Referenzpegels**
  Als weitere Möglichkeit bietet der R&S FSH die manuelle Eingabe der Referenzleistung bzw. des Referenzpegels an, die er dann bei der Carrier / Noise-Berechnung verwendet.

### Rauschleistung und Träger-Rauschleistungsverhältnisse C/N und C/$N_0$

Zur Messung der Rauschleistung wird der R&S FSH auf einen unbelegten Übertragungskanal eingestellt. Er misst die Rauschleistung entsprechend der eingestellten Rauschkanalbandbreite.

Das Träger-Rauschleistungsverhältnis C/N bestimmt der R&S FSH durch Verhältnisbildung der vorher ermittelten Referenz zur gemessenen Rauschleistung des unbelegten Übertragungskanals (C/N). Der R&S FSH zeigt das Verhältnis im logarithmischen Maß an.

C/N = Referenzpegel – Rauschpegel im Kanal

Wahlweise bildet der R&S FSH das Verhältnis Referenz zur Rauschleistungsdichte des unbelegten Übertragungskanals (C/$N_0$).

$$C/N_0 = C/N + 10 \lg (\text{Rauschkanalbandbreite / Hz})$$

**Bedienung:**

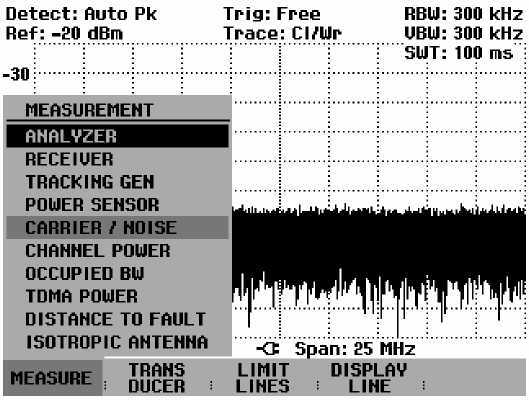
➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt CARRIER / NOISE auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH schaltet den Carrier / Noise-Modus ein und startet die Referenzmessung, die zuletzt gewählt war.



Die wichtigsten Einstellungen der Messparameter sind direkt im Hauptmenü der Carrier / Noise-Messung verfügbar oder können über die entsprechenden Funktionstasten eingegeben werden.




## Bestimmung der Referenz

Bevor das Träger-Rausch-Leistungsverhältnis ermittelt werden kann, muss die Referenzleistung bzw. der Referenzpegel bestimmt werden. Der R&S FSH bietet zur Bestimmung der Referenz vier Möglichkeiten, die Betriebsarten DIGITAL Tx, ANALOG TV, CW Tx und manuelle Referenz. Zur Messung der Referenz muss der Referenzkanal und die Kanalbandbreite des Referenzkanals eingegeben werden. Als Hinweis, dass die Referenzmessung aktiviert ist, ist der Softkey REF MEASURE grün hinterlegt.

### Betriebsart DIGITAL Tx

In der Betriebsart Digital Tx wird die Kanalleistung eines Referenzkanals selektiv gemessen. Diese wird dann als Trägerleistung (Referenz) zur Bestimmung des Carrier / Noise-Verhältnisses herangezogen.

Die Einstellungen Frequenzdarstellbereich (Span), Auflösebandbreite, Videobandbreite und Sweepzeit sind an die Kanalbandbreite gekoppelt und werden vom R&S FSH optimal eingestellt.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

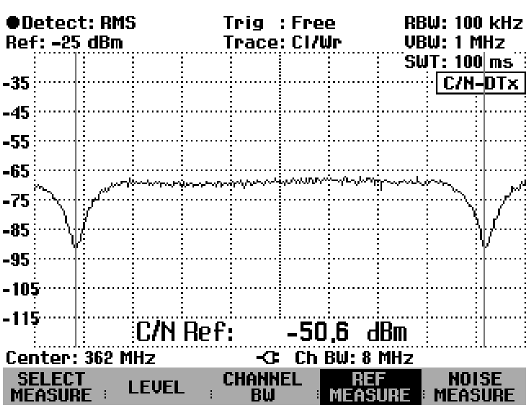
- Der Frequenzdarstellbereich (Span) wird auf das 1,2-fache der Referenzkanalbandbreite voreingestellt. Der Darstellbereich (Span) ist immer an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite sollte zwischen 1 und 4 % der Kanalbandbreite gewählt werden. Somit ist gewährleistet, dass die Messung der Kanalleistung mit guter Selektion zu den benachbarten Kanälen durchgeführt wird.
- Die Videobandbreite ist mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Leistung immer richtig gemessen wird, unabhängig von der zu messenden Signalform.
- Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass das Messergebnis stabil ist. Bei Verlängerung der Sweepzeit verlängert der R&S FSH auch die Integrationszeit für den RMS-Detektor und liefert damit auch stabilere Messwerte.

➢ Den Softkey SELECT MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl des Referenzmessverfahrens.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DIGITAL Tx auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F1 bestätigen.

Der R&S FSH startet die DIGITAL Tx-Referenzmessung. Im Display wird rechts oben C/N-DTx eingeblendet. Den Referenzkanal und die Kanalbandbreite stellt er entsprechend der letzten DIGITAL Tx-Referenzmessung ein.



## Betriebsart ANALOG TV

In der Betriebsart ANALOG TV wird die maximale Leistung im Referenzkanal gemessen. Diese wird dann als Trägerleistung (Referenz) zur Bestimmung des Carrier / Noise-Verhältnisses herangezogen.

Die Einstellungen Frequenzdarstellbereich (Span), Auflösebandbreite, Videobandbreite und Sweepzeit werden vom R&S FSH zur Messung der Spitzenleistung des Bildträgers optimal voreingestellt.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

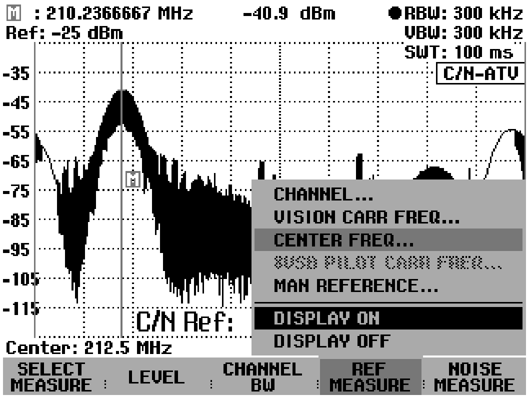
- Der Darstellbereich (Span) wird auf die Kanalbandbreite des Referenzkanals voreingestellt. Der Span ist an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite sollte mindestens 300 kHz betragen, damit die Spitzenleistung des Bildträgers erfasst wird.
- Die Videobandbreite ist mindestens so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der Peak-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Spitzenleistung des Bildträgers richtig gemessen wird.
- Die Sweepzeit ist an Span, Auflösebandbreite und Videobandbreite gekoppelt. Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass die Filter einschwingen können. Eine zu kurze Sweepzeit verfälscht das Messergebnis.

➢ Den Softkey SELECT MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl des Referenzmessverfahrens.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten ANALOG TV auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F1 bestätigen.

Der R&S FSH startet die ANALOG TV–Referenzmessung. Im Display wird rechts oben C/N-ATV eingeblendet. Referenzkanal und Kanalbandbreite werden entsprechend der letzten ANALOG TV–Referenzmessung eingestellt.




In der Betriebsart ANALOG TV wird automatisch der Zählmarker akiviert. Der Marker wird nach jedem Sweep auf die größte Leistung im Referenzkanal gesetzt. Markerleistung und –frequenz werden im Display oben angezeigt. Die Markerleistung entspricht der Referenz.

## Betriebsart CW Tx

In der Betriebsart CW Tx wird die maximale Leistung im Referenzkanal gemessen. Diese wird dann als Referenz zur Bestimmung des Carrier / Noise-Verhältnisses herangezogen.

Die Einstellungen Frequenzdarstellbereich (Span), Auflösebandbreite, Videobandbreite und Sweepzeit werden vom R&S FSH optimal eingestellt.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

- Der Darstellbereich (Span) ist auf die Kanalbandbreite eingestellt und gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite ist an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch die dazu passende Auflösebandbreite ein.

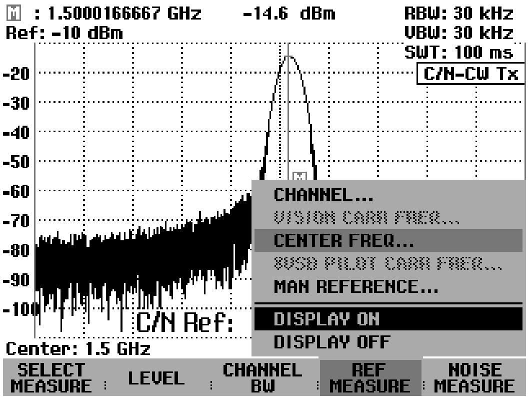
- Die Videobandbreite ist beim empfohlenen Peak-Detektor mindestens so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Wird der RMS-Detektor verwendet ist die Videobandbreite mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der Peak-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Spitzenleistung des Bildträgers richtig gemessen wird.
- Die Sweepzeit ist an Span, Auflösebandbreite und Videobandbreite gekoppelt. Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass die Filter einschwingen können. Eine zu kurze Sweepzeit verfälscht das Messergebnis.

➢ Den Softkey SELECT MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl des Referenzmessverfahrens.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten CW Tx auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F1 bestätigen.

Der R&S FSH startet die CW Tx–Referenzmessung. Im Display wird rechts oben C/N-CW Tx eingeblendet. Referenzkanal und Kanalbandbreite werden entsprechend der letzten CW Tx–Referenzmessung eingestellt.




In der Betriebsart CW Tx wird automatisch der Count-Marker akiviert. Der Marker wird nach jedem Sweep auf die größte Leistung im Referenzkanal gesetzt. Markerleistung und –frequenz werden im Display oben angezeigt. Die Markerleistung entspricht der Referenz.

## Betriebsart manuelle Referenz

Als Alternative zur C/N-Referenzmessung bietet der R&S FSH die Möglichkeit die C/N-Referenz manuell zu bestimmen.

➢ Den Softkey REF MEASURE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten MAN REFERENCE POWER / LEVEL auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bestätigen.

➢ Mit dem Nummernfeld die gewünschte Referenz eingeben und der ensprechenden Einheitentaste bzw. der Enter-Taste abschließen.

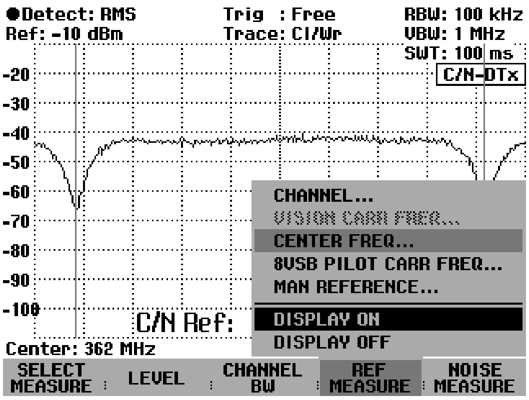
Der R&S FSH zeigt die gewählte Referenz im Display unten groß an.

## Einstellen des Referenzkanals

Der Referenzkanal wird durch Eingabe der Kanalnummer ensprechend der gewählten Kanal-Frequenz-Tabelle oder durch Eingabe der Kanalmittenfrequenz eingestellt. In der Betriebsart DIGITAL Tx ist auch die Eingabe der 8VSB/ATSC-Pilotfrequenz möglich. In der Betriebsart ANALOG TV ist zusätzlich die Eingabe der Bildträgerfrequenz möglich.

- ➢ Den Softkey REF MEASURE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Eingabe auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bestätigen.
- ➢ Mit dem Nummernfeld Kanal bzw. Frequenz des gewünschten Referenzkanals eingeben.
- ➢ Mit der ensprechenden Einheitentaste bzw. der Enter-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt das Frequenzspektrum des Referenzkanals symmetrisch zur Kanalmitte dar.




Alternativ kann die Kanalmittenfrequenz des Referenzkanals auch mittels der Funktionstaste FREQ eingegeben werden.

## Einstellen der Referenzkanalbandbreite

Die Eingabe der Referenzkanalbandbreite erfolgt mittels des Softkeys CHANNEL BW. Die Eingabe ist bei aktivierter Referenzmessung vorzunehmen. Als Hinweis ist der Softkey REF MEASURE grün hinterlegt.

*Hinweis: Bei aktivierter Rauschkanalmessung ist der Softkey NOISE MEASURE grün hinterlegt.*

- In der Einstellung DIGITAL Tx misst der R&S FSH die Leistung entsprechend der eingestellten Kanalbandbreite. Die Messung erfolgt selektiv, dass heißt eventuell vorhandene Nachbarkanäle haben keinen Einfluss auf die Messung.
- Bei Eingabe der 8VSB/ATSC-Pilotfrequenz berechnet der R&S FSH die Kanalmittenfrequenz in Abhängigkeit der 8VSB/ATSC-Symbolrate.
  Kanalmittenfrequenz = 8VSB/ATSC-Pilotfrequenz + Symbolrate / 4,
  wobei die Frequenz der 8VSB/ATSC-Symbolrate 10,762238 MHz ist.
- In der Einstellung ANALOG TV misst der R&S FSH die Spitzenleistung des Bildträgers im Referenzkanal.
- Bei Bildträgerfrequenzeingabe berechnet der R&S FSH die Kanalmittenfrequenz in Abhängigkeit der Kanalbandbreite.
  Kanalmittenfrequenz = Bildträgerfrequenz – 1,25 MHz + Referenzkanalbandbreite / 2
- In der Einstellung CW Tx misst der R&S FSH die Spitzenleistung innerhalb der Kanalbandbreite.
- Die Kanalgrenzen zeigt der R&S FSH durch zwei blaue senkrechte Displaylinien an.

**Bedienung:**

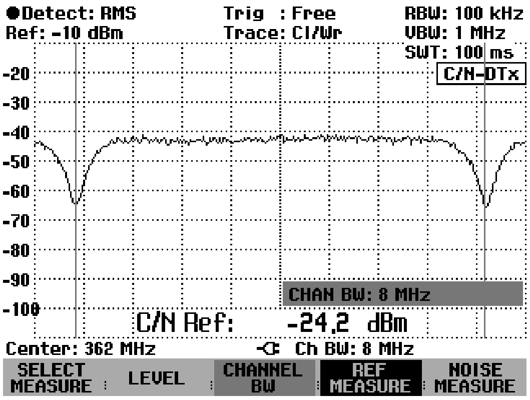
➢ Bei aktivierter Referenzmessung den Softkey CHANNEL BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld mit der gerade eingestellten Kanalbandbreite.

➢ Mit den Zifferntasten die Referenzkanalbandbreite eingeben und mit der entsprechenden Einheitentaste abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Kanalbandbreite einstellen.

Der R&S FSH passt den Frequenzdarstellbereich (Span) automatisch an die eingegebene Kanalbandbreite an.




Die minimal einstellbare Kanalbandbreite ist 8,33 kHz bei den R&S FSH3 Modellen 1145.5850.03 und 1145.5850.13.

Bei Einstellung einer kleineren Kanalbandbreite stellt der R&S FSH eine Frequenz von 8,33 kHz ein und meldet "Bereichsüberschreitung".

Beim R&S FSH3 Modell 1145.5850.23 und beim R&S FSH6 bzw. R&S FSH18 ist die minimale Kanalbandbreite 833 Hz.

## Einstellung des Analysatorreferenzpegels bei der Referenzkanalmessung

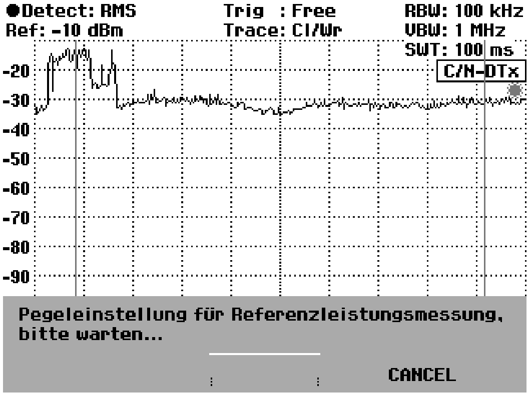
Bei der Wahl des Referenzpegels ist darauf zu achten, dass der R&S FSH nicht übersteuert wird. Da die Leistung mit einer im Vergleich zur Signalbandbreite kleinen Auflösebandbreite gemessen wird, kann der R&S FSH übersteuert werden, obwohl sich die Messkurve innerhalb des Messdiagramms befindet. Um eine Übersteuerung auszuschließen, kann das Signal mit der größtmöglichen Auflösebandbreite und dem Peak-Detektor gemessen werden. Die Messkurve darf mit dieser Einstellung den Referenzpegel nicht überschreiten.

Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Analysatorreferenzpegels an.

➢ Bei aktivierter Referenzkanalmessung (Softkey REF MEASURE ist grün hinterlegt) den Softkey LEVEL drücken.

➢ Die Auswahl LEVEL ADJUST mit der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH startet die Routine zur Feststellung des optimalen Referenzpegels, wobei er die Auflösebandbreite 1 MHz, die Videobandbreite 1 MHz und den Peak-Detektor benutzt. Während der Messroutine zeigt er eine entsprechende Meldung an.
Anschließend stellt er den optimalen Referenzpegel ein.



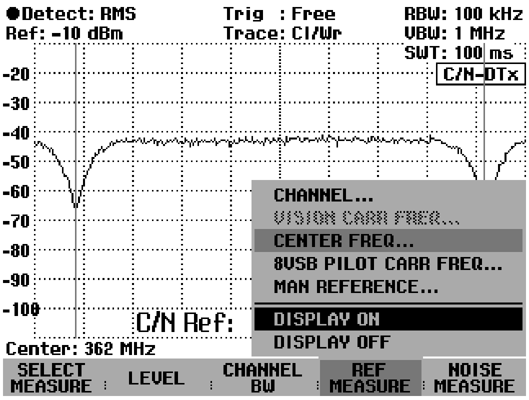
## Einblendung der C/N-Referenz

Der R&S FSH blendet bei aktivierter Referenzmessung unten im Messdiagramm die Referenzleistung bzw. den Referenzpegel ein. Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Referenzanzeige ausgeblendet werden.

Die Referenzanzeige ausschalten.
- Den Softkey REF MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY OFF auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bestätigen.

Die Referenzanzeige wieder einschalten.
- Den Softkey REF MEASURE drücken.

Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY ON auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F4 bestätigen.



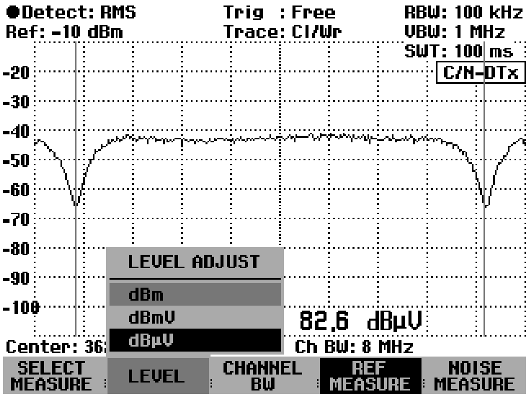

*Hinweis: Das Aus- bzw. Einschalten des Messergebnisses wirkt auch auf die Einblendung des Messwertes der Rauschmessung.*

## Einheit der C/N-Referenz

Der R&S FSH zeigt die C/N-Referenz als Pegel in dBm, dBµV oder dBmV an.
Die manuelle C/N-Referenzeingabe erfolgt entsprechend der gewählten Einheit.

- Den Softkey LEVEL drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F2 bestätigen.

Die C/N-Referenz wird in der gewählten Einheit angezeigt.




# Messung der Rauschkanalleistung und Berechnung Trägerleistung / Rauschleistung

Die Messung der Rauschkanalleistung wird in einen unbelegten Übertragungskanal durchgeführt. Der R&S FSH misst das Spektrum innerhalb des Kanals mit im Vergleich zur Kanalbandbreite kleiner Auflösebandbreite. Anschließend integriert er die Messwerte der Messkurve zur Gesamtleistung. Dabei berücksichtigt er das Verhalten der gewählten Anzeigeart (linear oder logarithmisch), des gewählten Detektors und der Auflösebandbreite. Durch die schmale Auflösebandbreite bildet er ein steiles Kanalfilter nach, so dass Aussendungen außerhalb des Kanals nicht in das Messergebnis eingehen.

Zur Bestimmung des Träger-Rauschleistungsverhältnisses wird die gemessene Rauschkanalleistung in das Verhältnis zur Referenz gesetzt.

**Carrier / Noise = Referenz / Rauschkanalleistung**

Die Einstellungen Frequenzdarstellbereich (Span), Auflösebandbreite, Videobandbreite und Sweepzeit sind an die Kanalbandbreite gekoppelt und werden vom R&S FSH optimal eingestellt.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

- Der Darstellbereich (Span) ist an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite ist an die Kanalbandbreite gekoppelt. Bei manueller Einstellung sollte sie zwischen 1 und 4 % der Kanalbandbreite gewählt werden. Damit ist gewährleistet, dass der R&S FSH die Messung der Kanalleistung mit guter Selektion zu den benachbarten Kanälen durchführt.
- Die Videobandbreite ist an die Auflösebandbreite gekoppelt. Sie ist bei Verwendung des RMS-Detektors mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit verfälscht das Videofiter die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen.
- Als Detektor ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass der R&S FSH die Leistung unabhängig von der Charakteristik des Messsignals immer richtig misst.
- Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass das Messergebnis stabil ist. Bei Verlängerung der Sweepzeit verlängert der R&S FSH auch die Integrationszeit für den RMS-Detektor und liefert damit auch stabilere Messwerte.

Zum Start der Messung den Softkey NOISE MEASURE drücken. Zur Berechnung zieht der R&S FSH den zuletzt gemessenen oder manuell eingestellten Referenzwert heran. Den Referenzwert zeigt er bei der Rauschkanalmessung im Display links oben an.

## Einstellung des Rauschkanals

Der Rauschkanal wird durch Eingabe der Kanalnummer ensprechend der gewählten Kanal-Frequenz-Tabelle, durch Eingabe der Kanalmittenfrequenz, durch Eingabe der Bildträgerfrequenz oder durch Eingabe der 8VSB/ATSC-Pilotfrequenz eingestellt.

➢ Den Softkey NOISE MEASURE drücken.

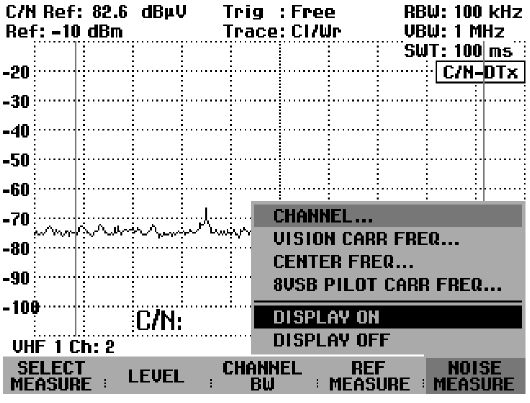
Der R&S FSH startet die Rauschkanalmessung im zuletzt eingestellten Rauschkanal und öffnet das NOISE MEASURE Menü zur Einstellung eines neuen Kanals.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Eingabe des Rauschkanals auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste NOISE MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das entsprechende Eingabefeld.

➢ Mit den Zifferentasten den Kanal oder die Frequenz des gewünschten Übertragungskanals eingeben und die Eingabe mit der ensprechenden Einheitentaste oder der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt das Frequenzspektrum des Rauschkanals symmetrisch zur Kanalmitte dar.




Alternativ ist die Eingabe der Kanalmittenfrequenz über die Taste FREQ möglich.

## Einstellen der Rauschkanalbandbreite

Die Eingabe der Rauschkanalbandbreite erfolgt mittels des Softkeys CHANNEL BW. Die Eingabe ist bei aktivierter Rauschkanalmessung vorzunehmen. Diese ist am grün hinterlegten Softkey NOISE MEASURE zu erkennen.

*Hinweis: Während der Referenzkanalmessung ist der Softkey REF MEASURE grün hinterlegt.*

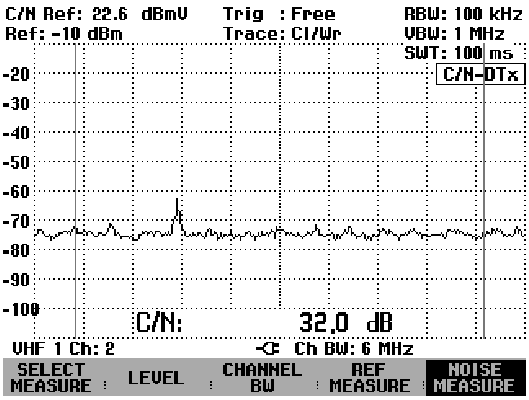
Die Kanalgrenzen zeigt der R&S FSH durch zwei senkrechte Displaylinien an.

- Bei eingeschalteter Rauschkanalmessung den Softkey CHANNEL BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Kanalbandbreite (CHAN BW) mit der gerade eingestellten Rauschkanalbandbreite.

- Mit den Zifferntasten die Rauschkanalbandbreite eingeben und mit der entsprechenden Einheitentaste abschließen, oder
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Rauschkanalbandbreite einstellen.

Der R&S FSH passt den Frequenzdarstellbereich (Span) automatisch an die eingegebene Kanalbandbreite an.




Die minimal einstellbare Kanalbandbreite ist 8,33 kHz bei den R&S FSH3 Modellen 1145.5850.03 und 1145.5850.13.

Bei Einstellung einer kleineren Kanalbandbreite stellt der R&S FSH eine Frequenz von 8,33 kHz ein und meldet "Bereichsüberschreitung".

Beim R&S FSH3 Modell 1145.5850.23, beim R&S FSH6 und beim R&S FSH18 ist die minimale Kanalbandbreite 833 Hz.

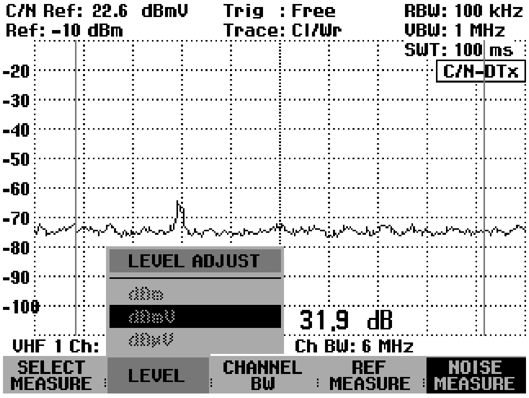
## Einstellung des R&S FSH -Referenzpegels bei der Rauschkanalmessung

Bei der Wahl des Referenzpegels ist darauf zu achten, dass der R&S FSH abhängig vom Eingangssignal optimal eingestellt ist. Er muss möglichst empfindlich eingestellt sein ( entspricht einem kleinen Referenzpegel), ohne dass er übersteuert wird, damit die C/N-Messergebnisse optimal werden. Dies ist der Fall, wenn die gemessene Rauschleistung am kleinsten ist bzw. das C/N-Verhältnis am größten ist.

Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Referenzpegels an.

- Bei aktivierter Rauschkanalmessung (Softkey NOISE MEASURE ist grün hinterlegt) den Softkey LEVEL drücken.
- Die Auswahl LEVEL ADJUST mit der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH startet die Routine zur Feststellung des optimalen Referenzpegels. Während der Messroutine zeigt er eine entsprechende Meldung an..
Anschließend stellt er den optimalen Referenzpegel ein.



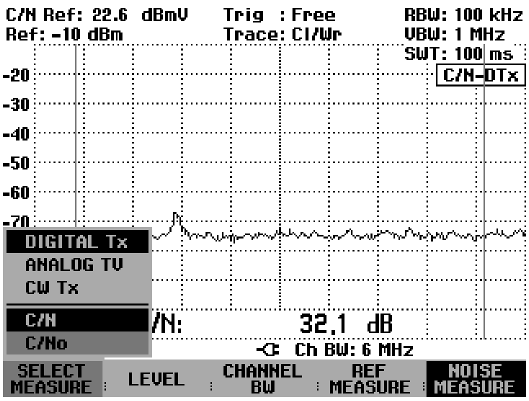
## Wahl der C/N-Messwertausgabe

Der R&S FSH zeigt wahlweise das Träger-Rausch-Leistungsverhältnis bezogen auf die gesamte Rauschkanalleistung C/N oder bezogen auf die Rauschleistungsdichte C/No an. Die Rauschleistungsdichte berechnet er aus der eingestellten Rauschkanalbandbreite.

C/No = C/N + 10 lg (Rauschkanalbandbreite)

- Den Softkey SELECT MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Messwertausgabe auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste SELECT MEASURE bestätigen.

Der R&S FSH zeigt bei aktivierter Rauschkanalmessung den C/N- oder C/No -Messwert an.




## Anzeige des C/N-Messergebnisses

Der R&S FSH blendet bei aktivierter Rauschkanalmessung unten im Messdiagramm das C/N-Messergebnis ein. Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Anzeige ausgeblendet werden.

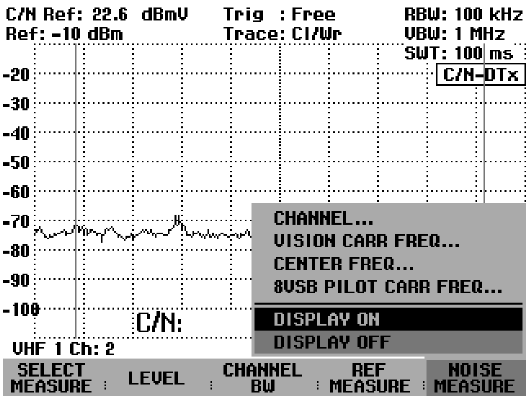
C/N-Messergebnis ausschalten.

- Den Softkey NOISE MEASURE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY OFF auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F5 bestätigen.

Das C/N-Messergebnis wieder einschalten.

- Den Softkey NOISE MEASURE drücken.

Mit dem Drehrad oder den Cursortasten DISPLAY ON auswählen und mit der ENTER-Taste oder der Softkey-Taste F5 bestätigen.



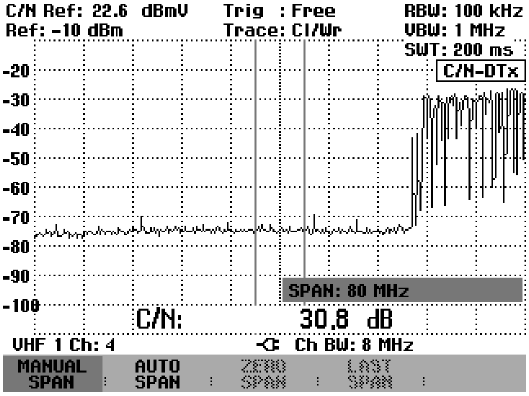

*Hinweis:* *Das Aus- bzw. Einschalten des C/N-Messergebnisses wirkt auch auf die Einblendung des Messwertes der Referenzmessung.*

## Veränderung des Frequenzdarstellbereichs

Der vom R&S FSH eingestellte Frequenzdarstellbereich führt zu den genauesten Messergebnissen. Damit sind jedoch Signale in der Umgebung des Messkanals nicht mehr erkennbar. Für einen Überblick des Spektrums außerhalb des Messkanals ist der Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung bis zum 10fachen der Kanalbandbreite veränderbar.

➢ Die Taste SPAN drücken.

Der Softkey AUTO SPAN ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der für die Kanalleistungsmessung optimale Frequenzdarstellbereich eingestellt ist. Die Eingabe MANUAL SPAN ist aktiviert für eine sofortige Eingabe eines anderen Frequenzdarstellbereichs.




➢ Mit den Zifferntasten einen neuen Frequenzdarstellbereich eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Frequenzdarstellbereich verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MANUAL SPAN abschließen.

Der größte zugelassene Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung ist das Zehnfache der Kanalbandbreite. Bei größeren Frequenzdarstellbereichen wäre das Ergebnis der Kanalleistungsmessung zunehmend ungenau, da zu wenige Punkte der Messkurve in den zu messenden Kanal fallen.

➢ Den Softkey AUTO SPAN drücken, um wieder den optimalen Frequenzdarstellbereich einzustellen.

➢ Zur Rückkehr in das Menü der Carrier / Noise - Messung die Taste MEAS drücken.

# Benutzung des R&S FSH im Empfänger-Modus

(nur verfügbar, wenn die Option R&S FSH-K3 installiert ist)

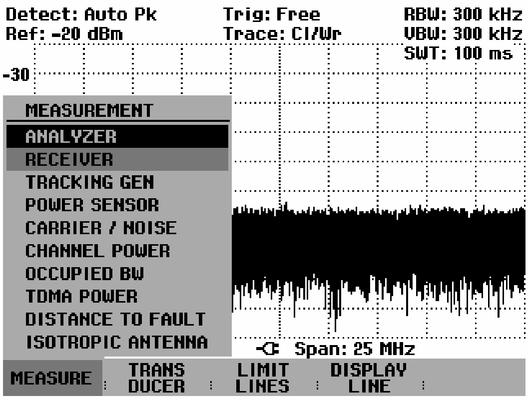
Für die Messung von Pegeln auf einer Frequenz bietet der R&S FSH optional den Empfänger-Modus an (Option R&S FSH-K3). Der R&S FSH verhält sich damit wie ein Empfänger, der auf einer vorgegebenen Frequenz den Pegel misst.
Zusätzlich ist die Messung auf mehreren Frequenzen mit graphischer Darstellung der Pegel möglich. Im Gegensatz zum Analysator-Modus, bei dem der R&S FSH quasi-kontinuierlich über den vorgegebenen Frequenzbereich sweept, misst er im Empfänger-Modus auf vorgegebenen Einzelfrequenzen mit der gewählten Messzeit pro Frequenz.

**Einschalten des Empfängermodus:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

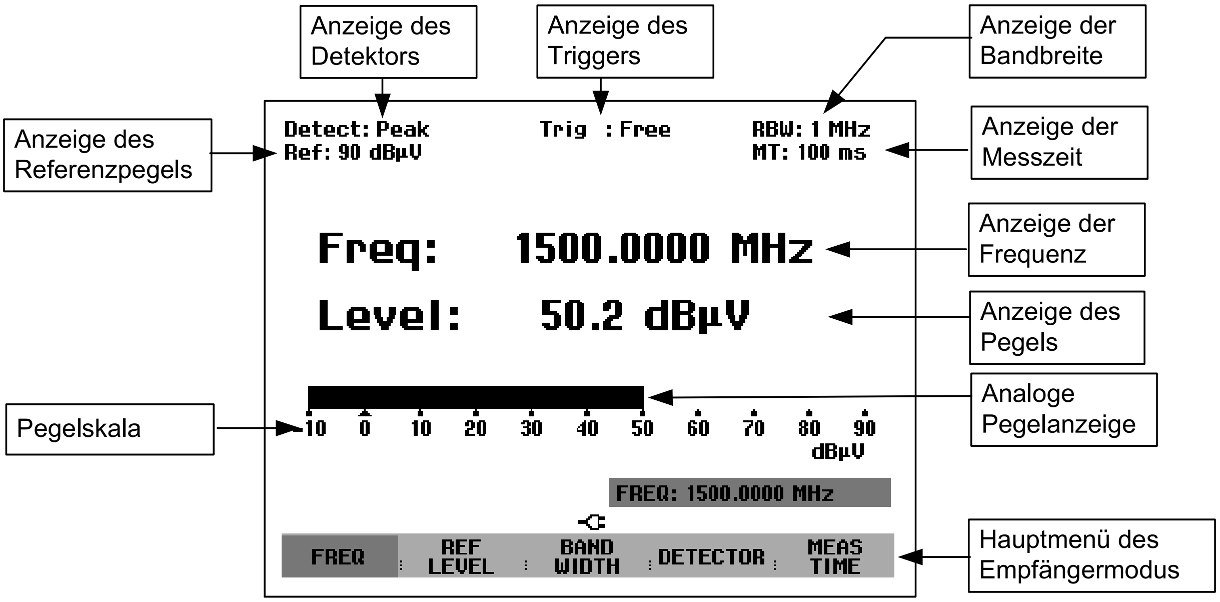
Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt RECEIVER auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.




Der R&S FSH schaltet den Empfängermodus ein und misst den Pegel auf der eingestellten Frequenz.

**Bildschirmaufteilung:**




Der R&S FSH bietet die wichtigsten Einstellparameter wie Frequenz, Referenzpegel, Messbandbreite, Detektor und Messzeit im Hauptmenü des Empfängermodus an. Sie sind aber auch über die entsprechenden Tasten einstellbar.

## Einstellung der Frequenz

Die Frequenzeinstellung erfolgt entweder im Hauptmenü des Empfängermodus oder über die Taste FREQ.

Nach Aufruf des Empfängermodus ist sofort die Frequenzeingabe aktiv. Die Empfangsfrequenz kann mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch numerische Eingabe verändert werden.

Falls der R&S FSH sich nicht im Hauptmenü befindet, kann die Empfangsfrequenz wie folgt eingestellt werden:

➢ Die Taste MEAS drücken.

Die Frequenzeingabe ist aktiviert. Der R&S FSH zeigt das Frequenzeingabefeld an und die Frequenz kann unmittelbar verändert werden.

Alternativ kann die Frequenzeingabe über die Taste FREQ erfolgen:

➢ Die Taste FREQ drücken.

Der R&S FSH wechselt in das Frequenzmenü und aktiviert die Frequenzeingabe.

➢ Mit dem Drehrad, den Cursortaten oder durch numerische Eingabe die Empfangsfrequenz verändern.

Die Frequenzanzeige folgt direkt der Eingabe.

**Einstellung der Frequenzschrittweite:**

Zur Abstimmung der Frequenz mit dem Drehrad ist die Schrittweite vorgebbar. In der Grundeinstellung ist die Abstimmschrittweite 100 Hz entsprechend der kleinsten Frequenzauflösung im Empfängermodus. Die Abstimmschrittweite mit den Cursortasten ist immer 100 kHz.

➢ Die Taste FREQ drücken.

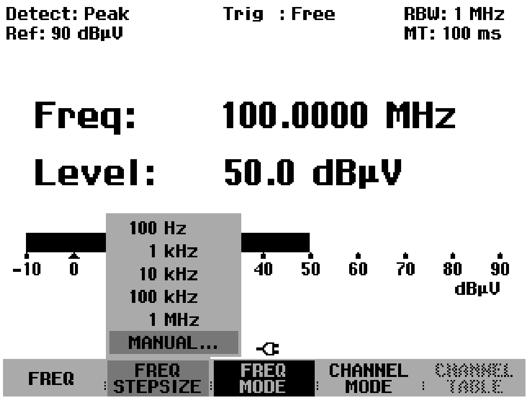
➢ Den Softkey FREQ STEPSIZE drücken.

➢ Im Menü für die Schrittweite die gewünschte Schrittweite (100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz oder 1 MHz) auswählen.

➢ Die Auswahl mit der Taste ENTER oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys FREQ STEPSIZE bestätigen.

➢ Für andere Schrittweiten als die angebotenen den Menüpunkt MANUAL... auswählen und mit der ENTER-Taste oder dem Softkey FREQ STEPSIZE bestätigen.

➢ In das Eingabefeld die gewünschte Schrittweite mit der Zifferntastatur eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheitentaste abschliessen. Alternativ kann die Schrittweite mit dem Drehrad oder den Cursortasten verändert werden.



**Frequenzabstimmung in Kanalrastern:**

Für die Messung in Kanalrastern bietet der R&S FSH die Möglichkeit anstatt der Frequenz einen Frequenzkanal einzugeben. Die Defintion einer einfachen Kanaltabelle kann dabei direkt von der Frontplatte des R&S FSH vorgenommen werden. Kompliziertere Kanaltabellen, z. B. mit Lücken entweder bei den Kanalnummern oder bei der Frequenz, sind über die Software R&S FSH View zu definieren und in den Speicher des R&S FSH zu laden.

- Die Taste FREQ drücken.
- Den Softkey CHANNEL MODE drücken.

Der R&S FSH zeigt nun anstatt der Frequenz einen Kanal nach Massgabe der gerade eingeschalteten Kanaltabelle an.

Die Auwahl einer Kanaltabelle wird wie folgt durchgeführt:

- Den Softkey CHANNEL TABLE drücken.

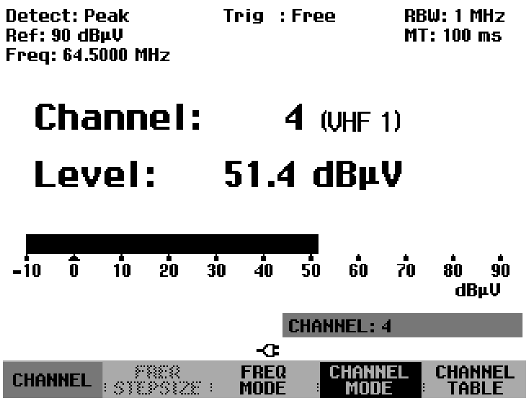
Der R&S FSH wechselt in das Untermenü zur Auswahl der Kanalkonfiguration. Er zeigt dabei die in Gerät verfügbaren, mit der Software R&S FSH View geladenen Kanaltabellen an. Falls keine Kanaltabelle geladen ist, zeigt der R&S FSH „No bands available“ an.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Kanaltabelle auswählen.
- Die Auswahl mit dem Softkey SELECT bestätigen.




Der R&S FSH wechselt in das Frequenzeingabemenü. Die Frequenzanzeige erfolgt in Kanälen und der Softkey FREQ ist durch CHANNEL ersetzt. Alle Frequenzeingaben erfolgen nun in Kanalnummern. Dabei lässt der R&S FSH nur Eingaben zu, die in der Kanalliste definiert sind. Andere Frequenzen sind nicht mehr eingebbar.
Die zum eingestellten Kanal gehörige Frequenz zeigt der R&S FSH zusätzlich oberhalb der Ausgabe Channel an.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten einem neuen Kanal einstellen oder mit den Zifferntasten einen neuen Kanal eingeben.




Beim Versuch einen Kanal ausserhalb des definierten Bereichs einzugeben meldet der R&S FSH „Bereichsüberschreitung“.

Falls im Gerät keine Kanaltabelle gespeichert ist oder eine weitere notwendig ist, kann eine User-Tabelle zusätzlich definiert werden.

Dies ist wie folgt durchzuführen:

➢ Die Taste FREQ drücken.

➢ Den Softkey CHANNEL TABLE drücken.

➢ Den Softkey SELECT USER TAB drücken.

➢ Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü zur Eingabe der verschiedenen Parameter der Kanaltabelle.
Eine Kanaltabelle ist definiert durch die Nummer für den ersten Kanal und die dazugehörige Frequenz, die Anzahl der Kanäle und deren Frequenzabstand




➢ 1ST CHANNEL NO... durch Drücken der ENTER-Taste auswählen.

➢ Die Nummer des ersten Kanals eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschliessen.

➢ Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.

➢ Den Menüpunkt 1ST CHANNEL FREQ... auswählen und mit ENTER bestätigen.

➢ Die Frequenz des ersten Kanals eingeben und die Eingabe mit der Einheit für die Frequenz abschliessen.

➢ Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.

➢ Den Menüpunkt NO OF CHANNELS... auswählen und mit ENTER bestätigen.

➢ Die Anzahl der Kanäle eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste bestätigen.

➢ Den Softkey DEFINE USER TAB drücken.

➢ Den Menüpunkt CHANNEL SPACING... auswählen und mit ENTER bestätigen.

➢ Den Kanalabstand eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheitentaste bestätigen.

## Einstellung des Referenzpegels

Die Einstellung des Referenzpegels erfolgt entweder im Empfänger-Hauptmenü oder über die Taste AMPT. Der Referenzpegel ist der Maximalpegel der analogen Bargraphanzeige.
Der Referenzpegel sollte so eingestellt werden, dass sich die analoge Bargraphanzeige innerhalb deren Skalierung befindet. Es is jedoch darauf zu achten, dass der Referenzpegel so niedrig gewählt ist, dass das Messsignal nicht im Eigenrauschen verschwindet. Dies kann zum Beispiel durch Wegnehmen des Eingangssignals überprüft werden.

**Einstellung des Referenzpegels im Hauptmenü des Empfängermodes:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey REF LEVEL drücken.

➢ Den eingestellten Referenzpegel mit den Cursortasten oder dem Drehrad verändern oder mit der numerischen Tastatur einen neuen Referenzpegel eingeben.

➢ Die Eingabe des Referenzpegels mit der ENTER-Taste bestätigen.

**Einstellung des Referenzpegels im Amplituden-Menü:**

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey REF LEVEL drücken.
- Den eingestellten Referenzpegel mit den Cursortasten oder dem Drehrad verändern oder mit der numerischen Tastatur einen neuen Referenzpegel eingeben.
- Die Eingabe des Referenzpegels mit der ENTER-Taste bestätigen.

## Einstellung der Bandbreite

Im Empfänger-Modus stehen die gleichen Bandbreiten wie im Analysator-Mode zur Verfügung. Zusätzlich bietet der R&S FSH die Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz und 1 MHz für die Messung von Störemissionen nach CISPR16 an. Im Gegensatz zu den Analysator-Bandbreiten, die als 3-dB-Bandbreiten definiert sind, sind die CISPR-Bandbreiten 6-dB-Bandbreiten.

- Die Taste BW drücken.

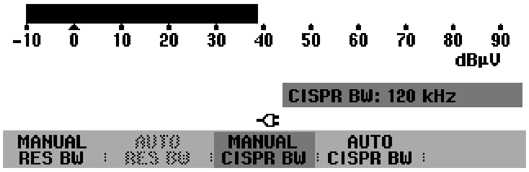
Der R&S FSH aktiviert unmittelbar die Eingabe der Auflösebandbreite (Softkey MANUAL RES BW rot hinterlegt).

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die augenblickliche Bandbreite verändern oder mit Hilfe der numerischen Tastatur eine neue Bandbreite eingeben und die Eingabe mit der entsprechenden Einheitentaste abschliessen.

*Hinweis: Die 200-kHz-Bandbreite ist immer mit der numerischen Tastatur einzugeben.*

Die Bandbreiten nach CISPR16 sind wie folgt einzustellen:

- Im Menü BW den Softkey MANUAL CISPR BW drücken.
- Mit den Cursortaten, dem Drehrad oder durch numerische Eingabe eine der CISPR-Bandbreiten auswählen.
- Mit der ENTER-Taste die Auswahl bestätigen.




Es stehen die Bandbreiten 200 Hz, 9 kHz, 120 kHz und 1 MHz zur Verfügung.

IDie CISPR-Bandbreiten sind nach CISPR16 für bestimmte Frequenzbereiche fest vorgeschrieben:

| Frequenzbereich | Bandbreite |
|---|---|
| <150 kHz | 200 Hz |
| 150 kHz bis 30 MHz | 9 kHz |
| 30 MHz bis 1000 MHz | 120 kHz |
| > 1000 MHz | 1 MHz |

Der R&S FSH bietet dazu die automatische Einstellung der vorgeschriebenen Bandbreite abhängig von der eingestelltlen Frequenz an.

- Die Taste BW drücken.
- Den Softkey AUTO CISPR BW drücken.

# Einstellung des Detektors

Im Empfängermodus bietet des R&S FSH die folgenden Detektoren an:

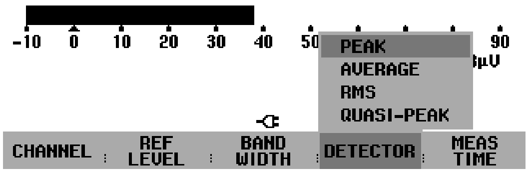
| | |
|---|---|
| Peak | Der Spitzenwerdetektor (PEAK) zeigt den grössten Pegel während der eingestellten Messzeit an. |
| Average | Der Mittelwertdetektor zeigt den linearen Mittelwert des Messignals innerhalb der gewählten Messzeit an. |
| RMS | Der RMS-Detektor bildet den Effektivwert des Messsignals während des eingstellten Messzeit. |
| Quasi-Peak | Der Quasi-Peak-Detektor bewertet das Messsignal entsprechend den in der CISPR16-Norm festgelegten Bewertungskurven. Im R&S FSH sind drei verschiedene Bewertungskurven realisiert, die an die eingestellte Bandbreite gekoppelt sind. Bei Frequenzen unter 150 kHz (CISPR Band A) stellt der R&S FSH die 200-Hz-Bandbreite ein. An die 9-kHz-Bandbreite ist die Bewertung für das Band B (anzuwenden von 150 kHz bis 30 MHz) gekoppelt.<br>Die Quasi-Peak-Bewertung für das Band C/D (30 bis 1000 MHz) ist an die 120-kHz-Bandbreite gekoppelt. |

Die Wahl des Detektors erfolgt entweder im Hauptmenü des Empfänger-Modus oder über die Taste TRACE.

- Im Hauptmenü des Empfänger-Modus den Softkey DETECTOR drücken

oder

- die Taste TRACE und anschliessend den Softkey DETECTOR drücken.




Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl des Detektors.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten des gewünschten Detektor auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys DETECTOR bestätigen.

# Einstellung der Messzeit

Die Messzeit ist die Zeit, während der der R&S FSH das Signal beobachtet und zu dem am Ende der Messzeit angezeigten Ergebnis nach Maßgabe des eingestellten Detektors zusammenfasst.
Der R&S FSH lässt Messzeiten zwischen 1 ms und 100 s zu.

- Im Empfänger-Hauptmenü oder im Trace-Menü den Softkey MEAS TIME drücken.
- Die Messzeit im Werteingabefeld mit dem Drehrad oder den Cursortasten verändern oder mit den numerischen Tasten einen neuen Wert eingeben.
- Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

## Messung auf mehreren Frequenzen oder Kanälen (Scan)

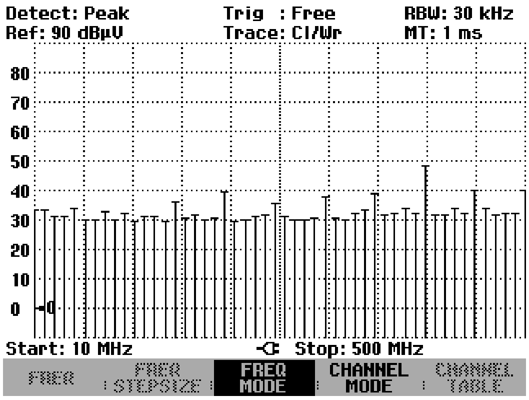
Im sogenannten Scan misst der R&S FSH sequentiell die Pegel in vordefinierten Kanälen und stellt die Messergebnisse graphisch dar. Die Verweildauer auf einer Frequenz ist dabei durch die Messzeit bestimmt. Die Messkanäle sind durch die gewählte Kanaltabelle vorgegeben.

- ➢ Die Taste SPAN drücken.
- ➢ Den Softkey FREQ SCAN drücken.

Der Softkey FREQ SCAN ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der R&S FSH sich im Scan-Betrieb befindet.

- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- ➢ Den Softkey SCAN START drücken.
- ➢ Die Startfrequenz des Scans mit den Zifferntasten eingeben oder mit den Drehrad oder den Cursor-Tasten verändern.
- ➢ Den Softkey STOP SCAN drücken.
- ➢ Die Stoppfrequenz des Scans mit den Zifferntasten eingeben oder mit den Drehrad oder den Cursor-Tasten verändern.
- ➢ Den Softkey SCAN STEP drücken.
- ➢ Die Schrittweite des Scans mit den Zifferntasten eingeben oder mit den Drehrad oder den Cursor-Tasten verändern.

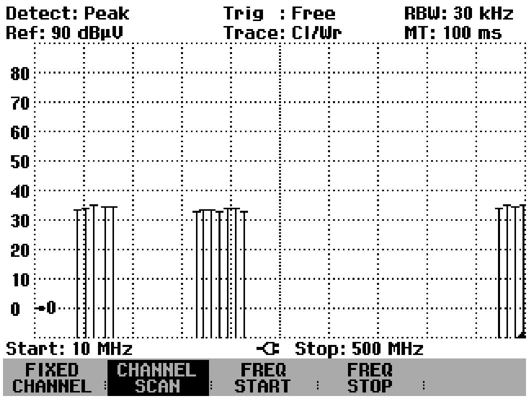
Der R&S FSH misst nun auf den Frequenzen, die mit den Scanparameter definiert sind. Die Pegelanzeige erfolgt durch vertikale Linien auf den einzelnen Frequenzen. Deren Höhe entspricht dem Pegel.




Mit dem Softkey FIXED FREQ schaltet der R&S FSH zurück in die Grundeinstellung des Empfänger-Modus.

Ein Scan ist auch über eine Kanaltabelle möglich. Wenn die Frequenzeingabe auf Channel eingestellt ist, nimmt der R&S FSH die zugehörige Kanaltabelle her.

- Die Taste FREQ drücken.
- Den Softkey CHANNEL MODE drücken.
- Die Taste SPAN drücken.
- Die Taste CHANNEL SCAN drücken.



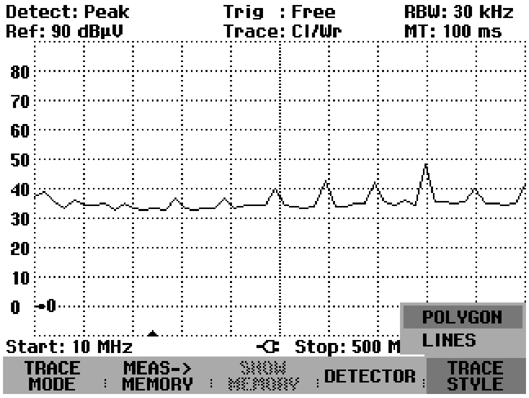

Der R&S FSH scannt jetzt über die Kanäle der aktiven Kanaltabelle.

Der Frequenzbereich für den SCAN wird mit den Softkeys START SCAN und STOP SCAN eingestellt.

Die verwendete Kanaltabelle kann mit der Taste FREQ und dem Softkey CHANNEL TABLE angezeigt werden. Sie ist in der Tabelle der Kanaltabellen rot hinterlegt.

Der obige Bildschirmabzug zeigt die Messung mit einer Kanaltabelle mit Frequenzlücken. Mit der über R&S FSH View definierten Tabelle sind verschiedene Teilbereiche definiert, die nicht aneinander anschliessen.
Die Pegeldarstellung in den einzelnen Kanälen erfolgt in der Grundeinstellung in form von vertikalen Linien. Alternativ bietet der R&S FSH eine Polygondarstellung an, bei der die Pegelwerte der einzelnen Kanäle durch Geraden verbunden sind.

- Die Taste TRACE drücken.
- Den Softkey TRACE STYLE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten POLYGON auswählen.



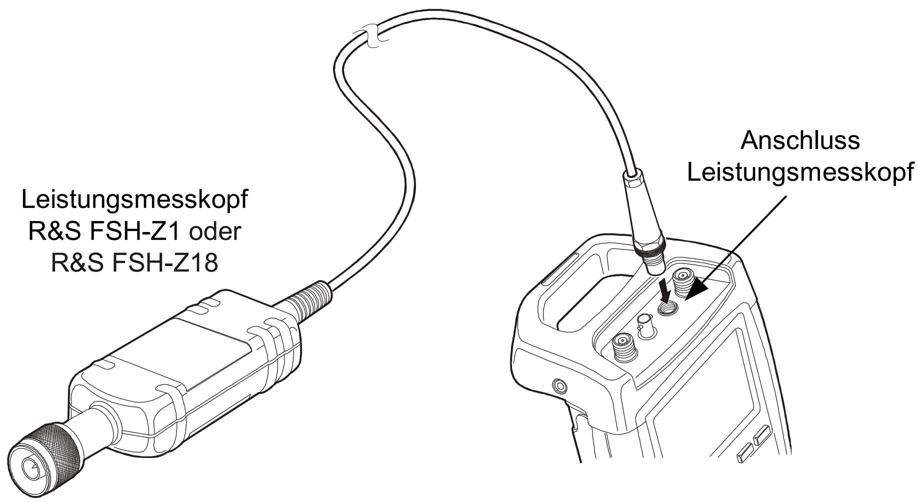

Der R&S FSH schaltet auf die Polygondarstellung um.

# Messung mit dem Leistungsmesskopf

Zur genauen Messung von Leistungen bietet der R&S FSH als Zubehör die Leistungsmessköpfe R&S FSH-Z1 und -Z18 an. Deren Frequenzbereich ist 10 MHz bis 8 GHz bzw. 10 MHz bis 18 GHz. Damit können sowohl Sinussignale als auch modulierte Signale präzise mit hohem Dynamikbereich gemessen werden.

## Anschluss des Leistungsmesskopfes

Der Leistungsmessköpfe R&S FSH-Z1 und -Z18 werden über eine spezielle serielle Schnittstelle angesteuert und mit Strom versorgt. Das Kabel am Leistungsmesskopf ist mit der Buchse Power Sensor am R&S FSH zu verbinden und anzuschrauben. Das Messobjekt ist mit der N-Buchse am Leistungsmesskopf zu verbinden.






*Die Dauerleistung am Messkopfeingang darf maximal 400 mW (26 dBm) betragen. Kurzzeitige (≤ 10 µs) Spitzenleistungen sind bis zu 1 W (30 dBm) möglich. Bei höheren Eingangsleistungen kann der Messkopf zerstört werden. Bei Messungen an Sendern mit hoher Leistung muss ein Leistungsdämpfungsglied verwendet werden, um die maximal zulässige Leistung am Leistungsmesskopf keinesfalls zu überschreiten.*

**Messung:**

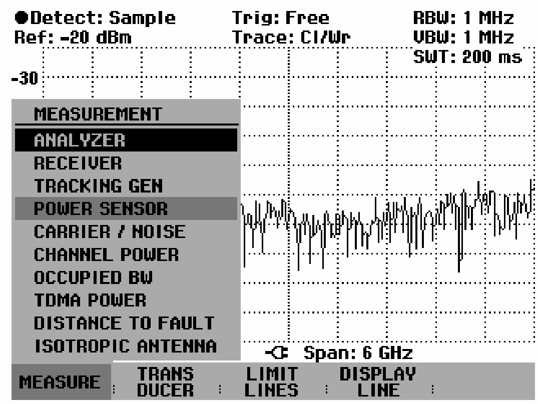
Mit der Funktion POWER SENSOR wird der R&S FSH zum breitbandigen Leistungsmesser. Er misst immer die Leistung des Gesamtsignals im Frequenzbereich von 10 MHz bis 8 GHz oder 10 MHz bis 18 GHz weitgehend unabhängig von der Signalform.

**Bedienung:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt POWER SENSOR auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

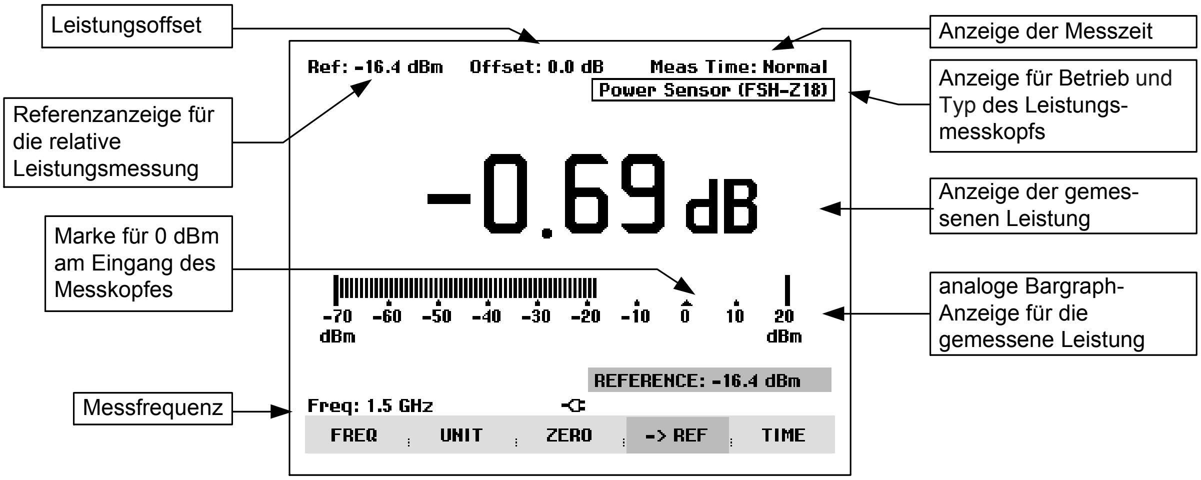



Der R&S FSH öffnet den Bildschirm für die Leistungsmessung. Wenn kein Leistungsmesskopf angeschlossen ist, zeigt er keinen Messwert an. Wenn ein Leistungsmesskopf angeschlossen ist nimmt er über die Schnittstelle Verbindung zum Leistungsmesskopf auf und zeigt nach einigen Sekunden die gemessene Leistung an.

Bei Fehlbedienung oder Fehlfunktionen des Messkopfs gibt der R&S FSH folgende Meldungen aus:

| Meldung | Ursache | Beseitigung |
|---|---|---|
| Fehler bei der Nullpunktkalibrierung: Signal am Messkopf | Beim Nullabgleich des Leistungsmesskopfs lag ein Signal am Messkopf an. | Leistungsmesskopf vom Messobjekt abschrauben und Nullabgleich wiederholen. |
| Warnung: Eingang übersteuert | Die Leistung am Eingang des Leistungsmesskopfes ist größer als die zulässige (23 dBm = 200 mW). | Die Leistung am Messkopf reduzieren. |
| Hardwarefehler | Fehler in der Kommunikation mit dem Messkopf. | Den Leistungsmesskopf vom R&S FSH abschrauben und Stecker überprüfen. Wenn das Problem weiter besteht, wenden Sie sich an eine R&S-Servicestelle. |
| Messkopffehler | Der Messkopf meldet einen Fehler an den R&S FSH. | Wenden Sie sich an eine R&S-Servicestelle. |
| Unbekannter Messkopf angeschlossen. | Der R&S FSH kann das an den Stecker POWER SENSOR angeschlossene Gerät nicht identifizieren. | |

**Bildschirmaufteilung bei der Messung mit dem Power Sensor:**




Der Leistungsmesskopf enthält frequenzabhängige Korrekturwerte. Damit erreicht er bei Signalen mit bekannter Frequenz die höchste Genauigkeit. Beim Umschalten von einer anderen Betriebsart in den Leistungsmessbetrieb übernimmt der R&S FSH die Mittenfrequenz als Frequenz für den Leistungs-messkopf.

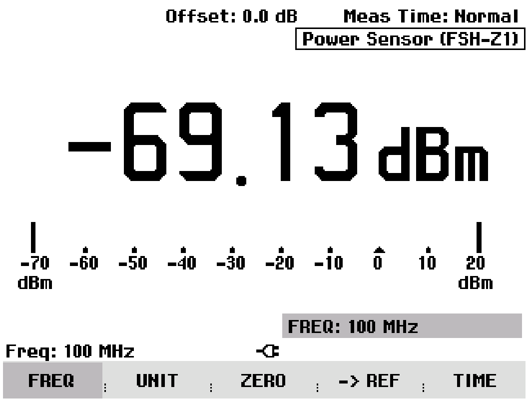
Wenn eine anderes bekanntes Signal gemessen werden soll, kann dem Leistungsmesskopf die Mitten-frequenz über die Frequenzeingabe (Softkey FREQ) mitgeteilt werden.

➢ Den Softkey FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Fre-quenz.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Frequenz ein-geben und die Eingabe mit der ENTER-Taste durch erneutes Drücken auf den Softkey FREQ ab-schließen.

Der R&S FSH überträgt die neue Frequenz zum Leis-tungsmesskopf, der dann die Leistungsmesswerte entsprechend korrigiert.




## Nullabgleich des Leistungsmesskopfs

Speziell bei kleinen Leistungen beeinflussen Offsetspannungen und -Ströme den Anzeigewert der Leis-tung. Durch den sogenannten Nullabgleich werden die Offsets kompensiert. Der Leistungsmesskopf führt diesen Nullabgleich auf Benutzeranforderung selbstständig durch. Er darf dabei jedoch nicht mit einer Leistung beaufschlagt werden, da er nicht zwischen gleichgerichteter Leistung von Außen und internen Offsets unterscheiden kann.

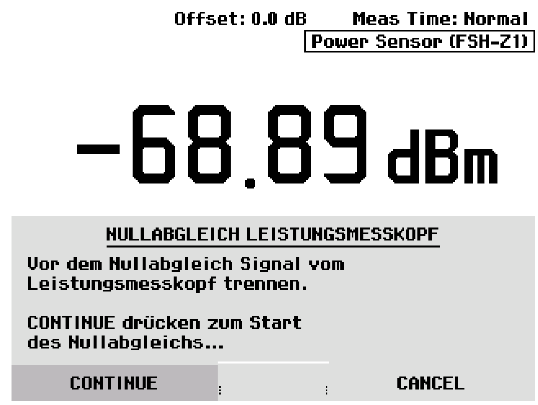
➢ Den Softkey ZERO drücken.

Der R&S FSH weist den Benutzer in einer Meldung darauf hin, dass keine Signale am Leistungsmesser während des Nullabgleichs anliegen dürfen.

➢ Den Leistungsmesskopf von allen eventuell anliegenden Signalquellen trennen.

➢ Mit der ersten oder zweiten Softkeytaste (CONTINUE) den Nullabgleich starten.

Mit den Softkeytasten 4 oder 5 (CANCEL) kann der Abgleich vor dessen Beginn abgebrochen werden, wenn zum Beispiel die Signalquelle nicht abgetrennt werden kann.




Der R&S FSH stößt unmittelbar den Nullabgleich des Leistungsmessers an. Während des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich Leistungsmesskopf, bitte warten...".




Nach Beendigung des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich OK" und schaltet wieder zum Softkeymenü für den Leistungsmesskopf um.




## Wahl der Einheit für die Leistungsanzeige

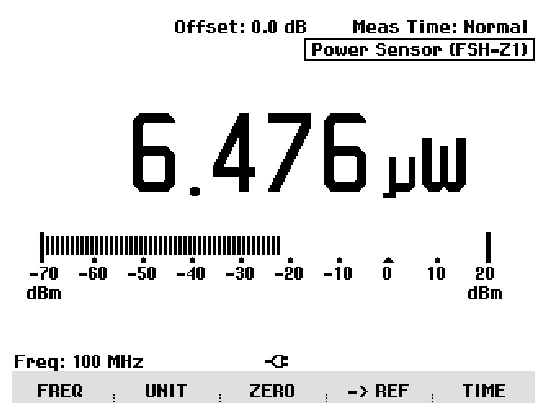
Der R&S FSH kann die gemessene Leistung in logarithmischen Pegeleinheiten (dBm) oder als lineare Leistung in Watt (W, mW, µW nW und pW) anzeigen. Außerdem kann ein Bezugspegel angegeben werden, zu der der R&S FSH dann den Pegelabstand in dB anzeigt.

➢ Den Softkey UNIT drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menüfenster mit den Einheiten.

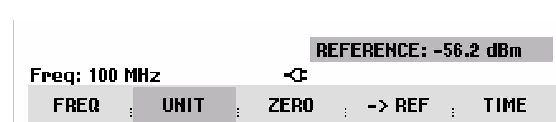
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen.

➢ Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit der Softkey-Taste UNIT abschließen.




Bei Wahl der Einheit dB REL... öffnet der R&S FSH das Werteingabefeld für den Bezugspegel.

➢ Den Bezugspegel (REFERENCE) mit den Zifferntasten eingeben und der zugehörigen Einheit abschließen oder mit dem Drehrad bzw. den Cursortasten verstellen.




Der gerade gemessene Pegel kann einfach mit dem Softkey ->REF zum Referenzpegel gemacht werden.

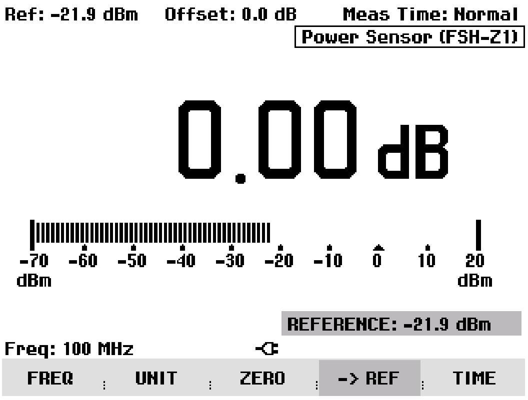
➢ Den Softkey ->REF drücken.

Der R&S FSH übernimmt den gerade gemessenen Pegel als Referenzpegel und zeigt den relativen Pegel zum Bezugspegel in dB an. Er stellt dabei die Einheit (UNIT) automatisch auf dB REL... um.

Der Referenzpegel wird oben links am Bildschirm angezeigt ( hier Ref: -10.4 dBm ).

Im Werteingabefeld REFERENCE kann er zusätzlich mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch numerische Eingabe korrigiert werden.

➢ Die Referenz mit der ENTER-Taste oder durch Drücken des Softkeys ->REF bestätigen.




## Einstellung der Mittelungszeit

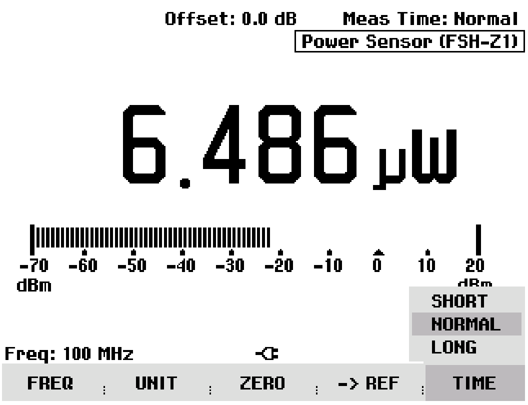
Die Mittelungszeit bestimmt die Dauer in der das Signal gemessen wird. Je länger die Mittelungszeit gewählt wird, desto stabiler wird die Anzeige vor allem bei Signalen nahe am unteren Ende des Messbereichs oder bei gestörten Signalen. Der R&S FSH bietet drei verschiedene Messzeiten zur Leistungsmessung an (Fast, Normal und Slow).

Die Messzeit bei Fast ist 160 ms, bei Normal 400 ms und bei Slow 0,8 s. Stationäre Sinussignale mit hohem Pegel (> -40 dBm) benötigen nur eine kurze Messzeit für ein stabiles und genaues Ergebnis. Hier ist die Betriebsart FAST für eine hohe Wiederholrate der Messung zu empfehlen. Mit der Grundeinstellung (Messzeit Normal) wird die Stabilität der Anzeige bei geringen Signalpegeln oder bei modulierten Signalen erhöht. Die langsame Messung ist immer dann zu empfehlen, wenn Signale am unteren Ende des Messbereichs (<-50 ... <-60 dBm) gemessen werden. Damit mittelt der R&S FSH-Z1 das Rauschen am besten aus, so dass es die Messung nur wenig beeinflusst.

➢ Den Softkey TIME drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten aus dem Menü die gewünschte Messzeit auswählen (SHORT, NORMAL oder LONG).

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch erneutes Drücken auf die Softkey-Taste TIME bestätigen.




## Berücksichtigung von zusätzlicher Dämpfung oder Verstärkung

Bei hohen Leistungen, die den maximalen Eingangspegel des R&S FSH-Z1 übersteigen, oder bei sehr geringen Leistungen, die unter dessen Empfindlichkeitsgrenze liegen, kann der R&S FSH zusätzliche Dämpfung oder Verstärkung zwischen Messobjekt und Leistungsmesskopf berücksichtigen. Diese werden über einen Offset in dB zum gemessenen Pegel definiert. Ein positiver Offset entspricht dabei einer Dämpfung und ein negativer Offset einer Verstärkung.

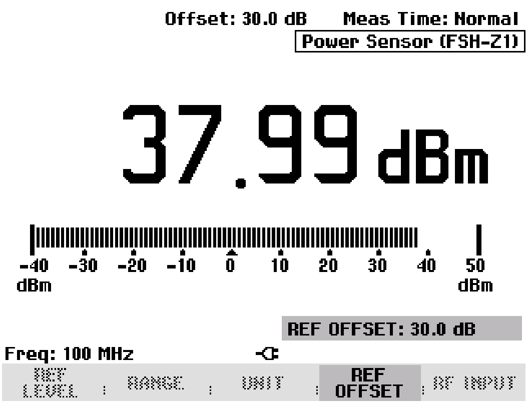
➢ Die Taste AMPT drücken.

➢ Den Softkey REF OFFSET drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für den Reference Offset.

➢ Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder Zifferntasten den gewünschten Offset eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste übernehmen.

Der R&S FSH zeigt den Offset am Bildschirm oben in der Mitte an und berücksichtigt ihn bei der Anzeige der Leistung oder des Pegels.

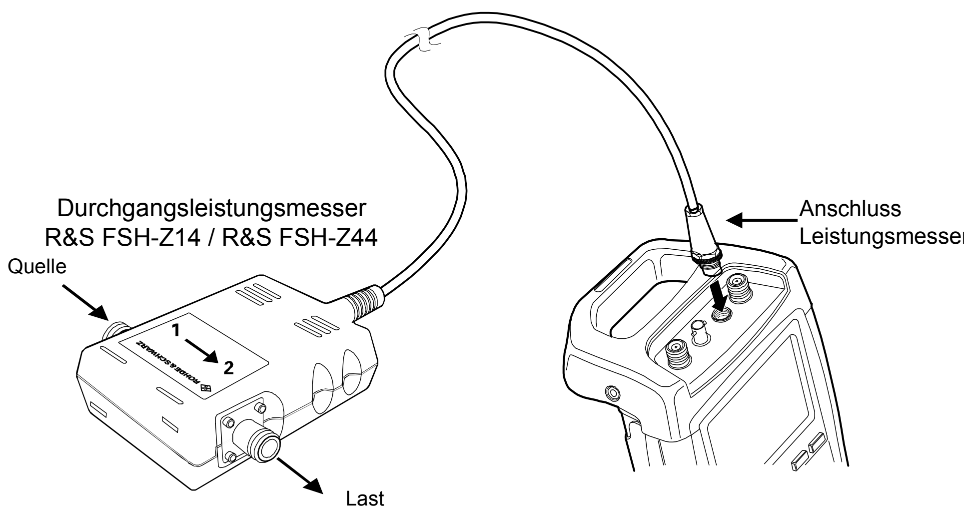


# Messung der Leistung und der Reflexion

Der Durchgangsleistungsmessköpfe R&S FSH-Z14 und -Z44 werden zwischen Quelle und Last geschaltet und messen den Leistungsfluss in beiden Richtungen, d.h. von der Quelle zur Last (Vorwärtsleistung) und von der Last zur Quelle (Rückwärtsleistung). Das Verhältnis zwischen Rückwärtsleistung und Vorwärtsleistung ist ein Maß für die Anpassung der Last, das als Rückflussdämpfung oder Stehwellenverhältnis angezeigt wird.

Die Durchgangsleistungsmessköpfef R&S FSH-Z14 und Z44 sind unsymmetrisch aufgebaut und müssen daher so in den Testaufbau eingefügt werden, dass der Pfeil FORWARD auf dem Messkopf zur Last zeigt (= Richtung des Leistungsflusses).

Sie werden über eine spezielle serielle Schnittstelle angesteuert und mit Strom versorgt. Das Kabel am Leistungsmesskopf ist mit der Buchse Power Sensor am R&S FSH zu verbinden und anzuschrauben. Der Durchgangsleistungsmesskopf selbst ist zwischen Quelle und Last einzufügen.




Bei der Messung von hohen Leistungen sind die folgenden Anweisungen strikt zu befolgen, um die Zerstörung des Leistungsmessers oder Schaden an Personen abzuwenden:



- *Die zulässige Dauerleistung darf keinesfalls überschritten werden (siehe Diagram auf der Rückseite des Messkopfs).*
- *Des Messkopf nur anschließen, wenn die HF-Leistung abgeschaltet ist.*
- *Die HF-Anschlüsse fest anschrauben.*

*Nichtbeachtung dieser Vorschriften kann zu Verletzungen wie Hautverbrennungen oder Zerstörung der benutzten Messgeräte führen.*

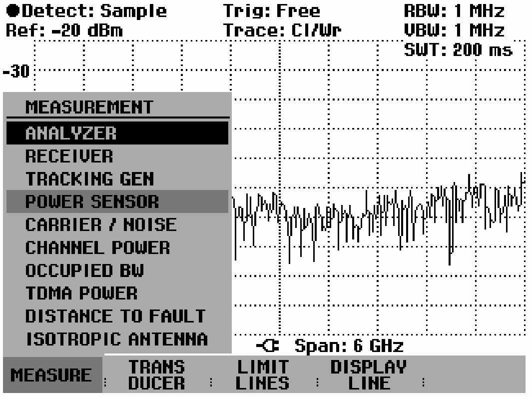
**Bedienung:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt POWER SENSOR auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

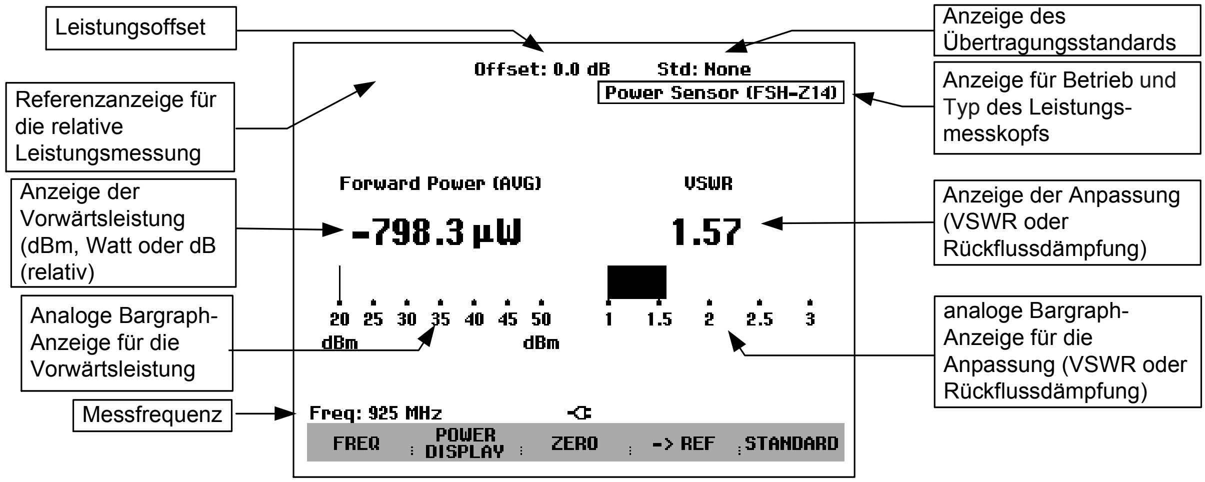



Der R&S FSH öffnet den Bildschirm für die Leistungsmessung. Wenn kein Leistungsmesskopf angeschlossen ist, zeigt er keinen Messwert an und gibt im Statusfeld Power Sensor (unknown) aus. Wenn ein Leistungsmesskopf angeschlossen ist nimmt er über die Schnittstelle Verbindung zum Leistungsmesskopf auf und zeigt im Statusfeld nacheinander die Meldungen Power Sensor (Detecting) und Power Sensor (Booting) und zeigt nach einigen Sekunden den Typ des angeschlossenen Leistungsmessers (R&S FSH-Z44) und die gemessene Leistung an.

Bei Fehlbedienung oder Fehlfunktionen des Messkopfs gibt der R&S FSH folgende Meldungen aus:

| Meldung | Ursache | Beseitigung |
|---|---|---|
| Fehler bei der Nullpunktkalibrierung: Signal am Messkopf | Beim Nullabgleich des Leistungsmesskopfs lag ein Signal am Messkopf an. | Leistungsmesskopf vom Messobjekt abschrauben und Nullabgleich wiederholen. |
| Warnung: Eingang übersteuert | Die Leistung am Eingang des Leistungsmesskopfes ist größer als die zulässige. | Die Leistung am Messkopf reduzieren. |
| Hardwarefehler | Fehler in der Kommunikation mit dem Messkopf. | Den Leistungsmesskopf vom R&S FSH abschrauben und Stecker überprüfen. Wenn das Problem weiter besteht, wenden Sie sich an eine R&S-Servicestelle. |
| Messkopffehler | Der Messkopf meldet einen Fehler an den R&S FSH. | Wenden Sie sich an eine R&S-Servicestelle. |

**Bildschirmaufteilung bei der Messung mit dem Durchgangsmesskopf R&S FSH-Z14 und -Z44:**




Die Leistungsmessköpfe enthalten frequenzabhängige Korrekturwerte. Damit erreichen sie bei Signalen mit bekannter Frequenz die höchste Genauigkeit. Beim Umschalten von einer anderen Betriebsart in den Leistungsmessbetrieb übermittelt der R&S FSH seine Mittenfrequenz an den Leistungsmesskopf.

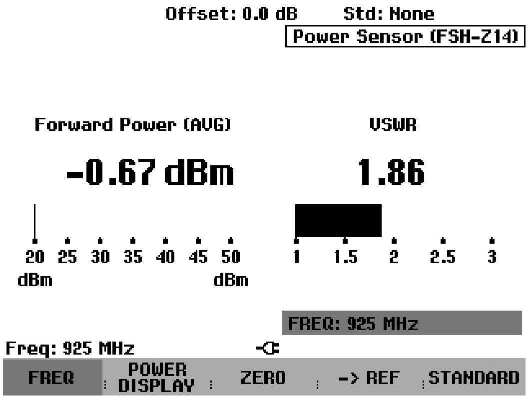
Wenn ein Signal auf einer anderen Frequenz gemessen werden soll, kann dem Leistungsmesskopf die Mittenfrequenz über die Frequenzeingabe (Softkey FREQ) mitgeteilt werden.

➢ Den Softkey FREQ drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Frequenz.

➢ Mit den Zifferntasten die gewünschte Frequenz eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste durch erneutes Drücken auf den Softkey FREQ abschließen.

Der R&S FSH überträgt die neue Frequenz zum Leistungsmesskopf, der dann die Leistungsmesswerte entsprechend korrigiert.




## Nullabgleich des Leistungsmesskopfs

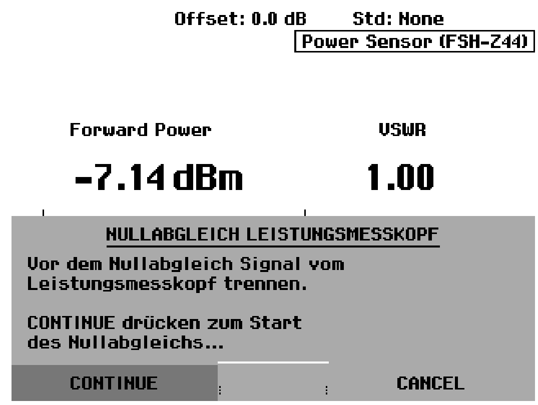
Speziell bei kleinen Leistungen beeinflussen Offsetspannungen und -Ströme den Anzeigewert der Leistung. Durch den sogenannten Nullabgleich werden die Offsets kompensiert. Der Leistungsmesskopf führt diesen Nullabgleich auf Benutzeranforderung selbstständig durch. Er darf dabei jedoch nicht mit einer Leistung beaufschlagt werden, da er nicht zwischen Leistung von Außen und internen Offsets unterscheiden kann.

➢ Den Softkey ZERO drücken.

Der R&S FSH weist den Benutzer in einer Meldung darauf hin, dass keine Signale am Leistungsmesskopf während des Nullabgleichs anliegen dürfen.

➢ Den Leistungsmesskopf von allen eventuell anliegenden Signalquellen trennen.

➢ Mit der ersten oder zweiten Softkeytaste (CONTINUE) den Nullabgleich starten.




Mit den Softkeytasten 4 oder 5 (CANCEL) kann der Abgleich vor dessen Beginn abgebrochen werden, wenn zum Beispiel die Signalquelle nicht abgetrennt werden kann.

Der R&S FSH stößt unmittelbar den Nullabgleich des Leistungsmessers an. Während des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich Leistungsmesskopf, bitte warten...".




Nach Beendigung des Nullabgleichs meldet der R&S FSH "Nullabgleich OK" und schaltet wieder zum Softkeymenü für den Leistungsmesskopf um.

## Einstellung der Bewertung der Leistungsmessung

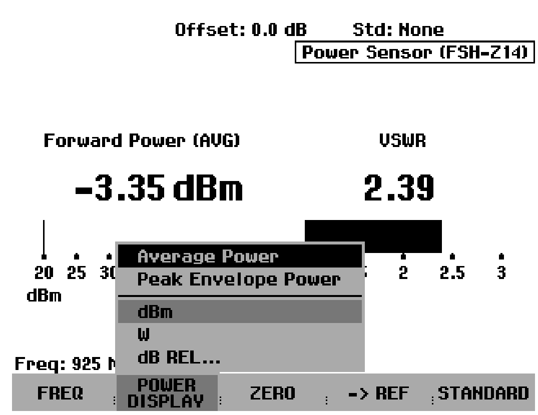
Für die Anzeige der Vorwärtsleistung bietet der R&S FSH sowohl die mittlere Leistung (average power) als auch die Spitzenwertleistung (peak envelope power) an. Die Umschaltung der Bewertung erfolgt mit dem Softkey POWER DISPLAY im Menü für den Power Sensor.

➢ Den Softkey POWER DISPLAY drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menüfenster zur Auswahl der Einheiteneingabe für die Vorwärtsleistung (Forward Power...) oder der Reflexion (Reflection...).

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt FORWARD POWER auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder mit der Softkeytaste POWER DISPLAY abschließen.




Der R&S FSH zeigt in einem Untermenü neben den möglichen Einheiten für die Vorwärtsleistung die Bewertungen Average Power und Peak Envelope Power an. Die augenblicklich eingestellte Bewertungsart ist grün hinterlegt

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Bewertungsart auswählen.

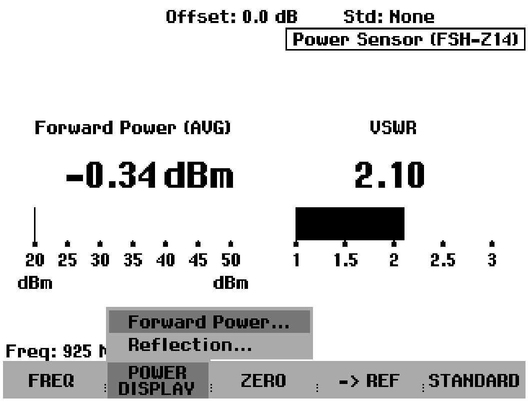
➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey POWER DISPLAY bestätigen.

Der R&S FSH zeigt die eingestellte Bewertung mit der Überschrift Forward Power im Bildschirm dar:
Forward Power (AVG) = mittlere Leistung
Forward Power (PEP) = Spitzenleistung

## Wahl der Einheit für die Leistungsanzeige

Der R&S FSH zeigt die gemessene Vorwärtsleistung in logarithmischen Pegeleinheiten (dBm) oder als lineare Leistung in Watt (W oder mW) an. Außerdem kann ein Bezugspegel angegeben werden, zu dem der R&S FSH dann den Pegelabstand in dB anzeigt. Die Anpassung der Last zeigt der R&S FSH als Rückflussdämpfung in dB oder als Stehwellenverhältnis (VSWR) an. Zusätzlich ist die Anzeige der absolut reflektierten Leistung in W oder des reflektierten Pegels in dBm möglich.

➢ Den Softkey POWER DISPLAY drücken.

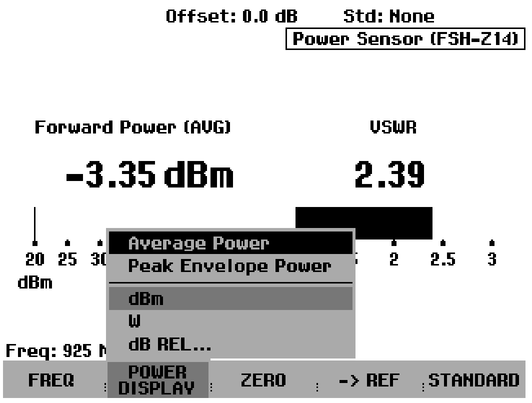



Der R&S FSH öffnet das Menüfenster zur Auswahl der Einheiteneingabe für die Vorwärtsleistung (Forward Power...) oder der Reflexion (Reflection...).

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Parameter für die Einheiteneingabe auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder mit der Softkeytaste POWER DISPLAY abschließen.

Der R&S FSH zeigt in einem Untermenü die für den gewählten Anzeigeparameter verfügbaren Einheiten an.



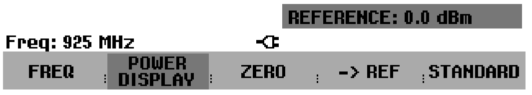

Diese sind
- dBm
- W und
- dB REL

für die Vorwärtsleistung und

- dBm
- W
- VSWR und
- dB (Return Loss)

für die reflektierte Leistung oder die Reflexion an der Last.

Bei Wahl der Einheit dB REL... öffnet der R&S FSH das Werteingabefeld für den Bezugspegel.




➢ Den Bezugspegel (REFERENCE) mit den Zifferntasten eingeben und der zugehörigen Einheit abschließen oder mit dem Drehrad bzw. den Cursortasten verstellen.

Der gerade gemessene Pegel kann einfach mit dem Softkey ->REF zum Referenzpegel gemacht werden.

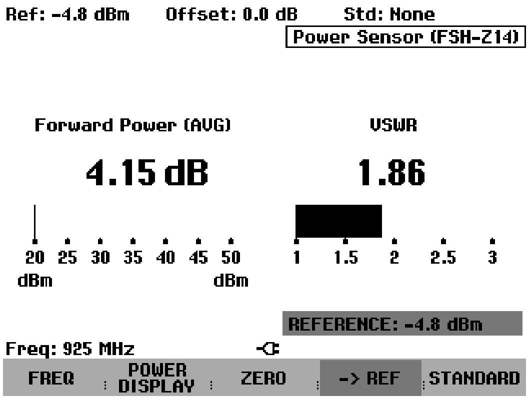
- Den Softkey ->REF drücken.

Der R&S FSH übernimmt den gerade gemessenen Pegel als Referenzpegel und zeigt den relativen Pegel zum Bezugspegel in dB an. Er stellt dabei die Einheit (UNIT) automatisch auf dB REL... um.

Der Referenzpegel wird oben links am Bildschirm angezeigt ( hier Ref: -4.8 dBm ).

Im Werteingabefeld REFERENCE kann er zusätzlich mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch numerische Eingabe korrigiert werden.

- Die Referenz mit der ENTER-Taste oder durch Drücken des Softkeys ->REF bestätigen.
- Zur Abschaltung der relativen Messung auf absolute Werte den Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Den Menüpunkt Forward Power... auswählen.
- dBm oder Watt für die Leistung wählen.



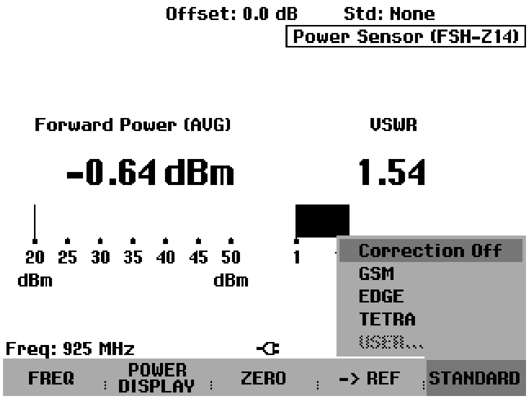

Zur genauen Messung von modulierten Signalen bietet der R&S FSH die Berücksichtigung von Korrekturwerten für einige gebräuchliche Übertragungsstandards an.

- Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet ein entsprechendes Menü.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Standard wählen.
- Mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys STANDARD die Auswahl bestätigen.

Der R&S FSH zeigt oben rechts am Bildschirm den eingestellten Standard an.



## Berücksichtigung von zusätzlicher Dämpfung

Wenn der Messkopf nicht direkt, sondern nur über ein Kabel mit der gewünschten Messstelle verbunden werden kann, lässt sich dessen Einfluss auf das Messergebnis berücksichtigen. Dazu muss die Kabeldämpfung bei der Messfrequenz eingegeben werden, und zwar als positiver dB-Wert, wenn Leistung und Anpassung am Ausgang der Quelle gemessen werden sollen und sich das Kabel zwischen Quelle und Messkopf befindet. Wenn Leistung und Anpassung an der Last bestimmt werden sollen und sich das Kabel zwischen Last und Messkopf befindet, ist ein negativer Wert einzugeben. Der Messkopf korrigiert daraufhin die Anzeige von Leistung und Anpassung so, als ob direkt an den gewünschten Punkten gemessen würde.

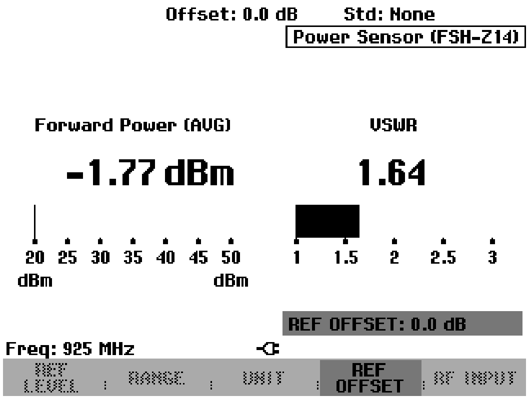
➢ Die Taste AMPT drücken.

➢ Den Softkey REF OFFSET drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für den Reference Offset.

➢ Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder Zifferntasten den gewünschten Offset eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste übernehmen.

Der R&S FSH zeigt den Offset am Bildschirm oben in der Mitte an und berücksichtigt ihn bei der Anzeige von Leistung (Pegel) und Anpassung.




Bei sehr hohen Leistungen, die den maximal zulässigen Eingangspegel des R&S FSH-Z14 oder R&S FSH-Z44 übersteigen, muss dem Messkopf ein Richtkoppler oder Leistungsdämpfungsglied vorgeschaltet werden. In diesem Fall sind die Auskoppeldämpfung des Richtkopplers bzw. der Dämpfungswert des Dämpfungsglieds als positive dB-Werte (wie oben beschrieben) in den R&S FSH einzugeben, damit die Messleistung richtig angezeigt wird. In beiden Applikationen ist der Messkopf lastseitig mit einem Abschlusswiderstand oder Dämpfungsglied ausreichender Belastbarkeit abzuschließen. Die Anpassungsanzeige sollte bei diesen Applikationen nicht ausgewertet werden, da sie dem Dämpfungswert entsprechend ebenfalls korrigiert wird (s. Messung über Kabel).

# Vierpolmessung mit dem Mitlaufgenerator

(Nur für R&S FSH mit Mitlaufgenerator (R&S FSH3 Bestell-Nr. 1145.5850.13 und 1145.5850.23, R&S FSH6 Bestell-Nr. 1145.5850.26))

Zur Messung der Übertragungsfunktion von Vierpolen oder der Reflexion von Zwei- oder Vierpolen bietet der R&S FSH einen Mitlaufgenerator an. Dieser liefert ein Signal auf der momentanen Frequenz des R&S FSH. Die Höhe des Ausgangspegel ist modellabhängig und aus folgender Tabelle ersichtlich.

| Modell | Mitlaufgenerator Ausgangspegel | Stufenteiler |
|---|---|---|
| R&S FSH3 (1145.5850.13) | -20 dBm | - |
| R&S FSH3 (1145.5850.23) | -20 dBm / 0 dBm, schaltbar | 0-20 dB / 1 dB Stufen (ab Seriennummer 102314) |
| R&S FSH6 (1145.5850.26) | -10 dBm ( f < 3 GHz)<br>-20 dBm (f > 3 GHz) | 0-20 dB / 1 dB Stufen (ab Seriennummer 100500) |

Die Messung der Übertragungsfunktion von Vierpolen kann direkt durch Verbindung des Eingangs des Messobjekts mit dem Ausgang des Mitlaufgenerators und dessen Ausgang mit dem HF-Eingang des R&S FSH erfolgen. Bei der Messung der Reflexion ist eine Messbrücke notwendig, z.B. die VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 (10 MHz bis 3 GHz) oder die R&S FSH-Z3 (10 MHz bis 6 GHz).

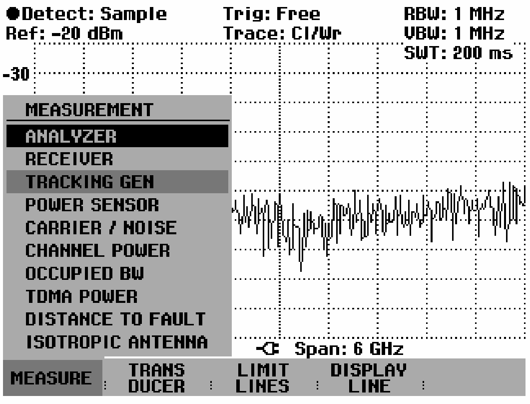
Mit den angebotenen Kalibrierverfahren sowohl für die Durchgangsmessung als auch für die Reflexionsmessung erreicht der R&S FSH eine hohe Messgenauigkeit. In der Standardausführung bietet der R&S FSH skalare Kalibrierverfahren an, d.h. bei der Messung der Übertragungsfunktion und der Reflexion werden die Beträge korrigiert. Zur Erhöhung der Dynamik und der Messgenauigkeit sind optional vektorielle Kalibrierverfahren und Messungen möglich (Option R&S FSH-K2). Die vektorielle Messung unterscheidet sich in der Bedienung im Wesentlichen in erweiterten Kalibrierroutinen. Außerdem bietet die Option R&S FSH-K2 zusätzliche Messfunktionen zur Bestimmung der Phase, der Gruppenlaufzeit und der elektrischen Länge eines Messobjektes.

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

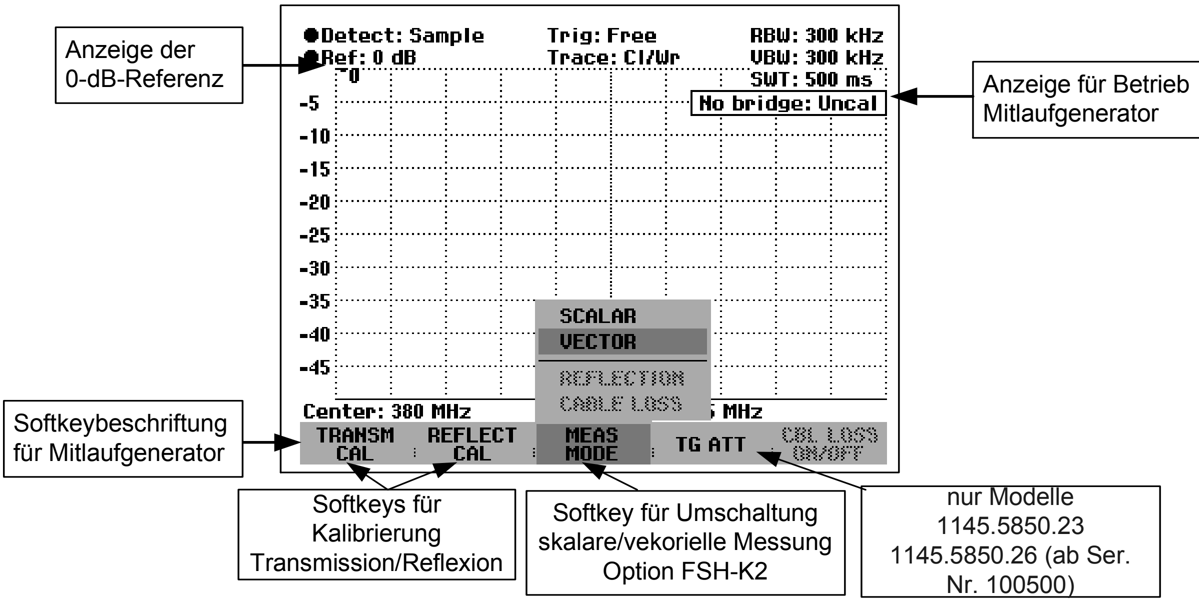
Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt TRACKING GEN (rot hinterlegt) auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

Der R&S FSH schaltet den Mitlaufgenerator ein und wechselt in dessen Softkey-Menü. Die Einstellungen für die Frequenz und den Pegel aus dem Spektrumanalysatorbetrieb bleiben dabei erhalten.




Das Softkey-Menü für den Mitlaufgenerator enthält die Softkeys für die Kalibrierung der Messung der Übertragungsfunktion (TRANSM CAL) und der Reflexion (REFLECT CAL). Diese ist notwendig, da der Ausgangspegel des Mitlaufgenerators nicht exakt den in der Tabelle angegebenen Werten entspricht und frequenzabhängig ist. Im Fall der Übertragungsmessung eines Vierpols nimmt der R&S FSH bei der Kalibrierung das Übertragungsverhalten des Messaufbaus und den Frequenzgang des Mitlaufgenerators auf und korrigiert die Messung mit den dabei gewonnenen Korrekturdaten. Bei der Messung der Reflexion misst der R&S FSH bei der Kalibrierung die Reflexion eines Kurzschlusses und eines Leerlaufs an der Messbrücke. Aus beiden Messungen gewinnt er Korrekturwerte für die Messung der Reflexion des Messobjekts.




Nach dem Einschalten des Mitlaufgenerators zeigt die Statusanzeige | Uncal | an. Dies dient zum Hinweis, dass die Messung mit dem Mitlaufgenerator unkorrigiert ist. Die Pegelachse zeigt er in der relativen Einheit dB an. Neben den Pegelwerten zeigt er die 0-dB-Referenz an. Diese entspricht einem Referenzpegel von –20 dBm im Spektrumanalysatorbetrieb (= nominaler Ausgangspegel des Mitlaufgenerators bei Modell 1145.5850.13). Im Falle von 0 dBm Ausgangspegel bei dem Modell 1145.5850.23 entspricht die 0-dB-Referenz einem Referenzpegel von 0 dBm.

Wenn der Mitlaufgenerator eingeschaltet ist, werden die Messparameter des R&S FSH wie die Bandbreiten oder der Frequenzbereich wie beim Spektrumanalysatorbetrieb mit den entsprechenden Tasten eingestellt. Die Taste MEAS führt jedoch direkt in das Softkeymenü für den Mitlaufgenerator.

Bevor die Kalibrierung durchgeführt wird, sollte der Ausgangspegel des Trackingenerators (nur Modelle 1145.5850.23 und 1145.5850.26), der gewünschte Frequenzbereich und der passende Referenzpegel eingestellt werden, da die Kalibrierung nur für den kalibrierten Frequenzbereich und die Referenz gültig ist. Wenn diese Parameter nach erfolgter Kalibrierung geändert werden, wird diese ungültig.

**Hinweis:** Die Kalibrierung bleibt erhalten, wenn innerhalb des kalibrierten Frequenzbereichs nachträglich Start-, Stopfrequenz bzw. Mittenfrequenz und Span geändert werden. In diesem Fall interpoliert der R&S FSH die Korrekturdaten zwischen den Stützpunkten der Kalibrierung. Der R&S FSH behält die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Mitlaufgenerator-Statusanzeige am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin. Nach zweimaligem Drücken der Taste MEAS öffnet der R&S FSH wieder das Menü zur Auswahl der verschiedenen Messungen.

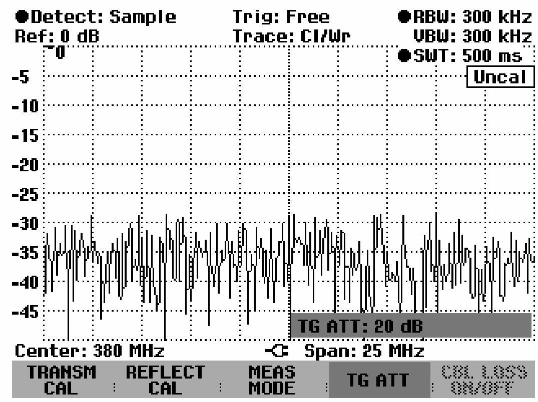
**Einstellung des Ausgangspegels:**
(nur Modell 1145.5850.23 bis Seriennummer 102314)

➢ Den Softkey TG ATT im Menü TRACKING GEN drücken.

Der R&S FSH öffnet das Untermenü zur Auswahl des Ausgangspegels. Der Ausgangspegel wird über die Auswahl eines Dämpfungswertes (0 dB oder 20 dB) eingestellt. Bei der Auswahl von 0 dB Dämpfung beträgt der Ausgangspegel 0 dBm und entsprechend -20 dBm bei der Auswahl von 20 dB Dämpfung.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den roten Cursor auf den gewünschten Dämpfungswert einstellen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey TG ATT die Auswahl abschließen.



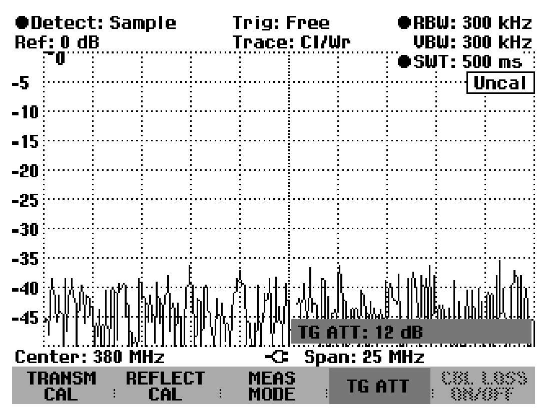

**Einstellung des Mitlaufgeneratorstufenteilers:**
(nur Modell 1145.5850.26 ab Ser. Nr. 100500 oder Modell 1145.5850.23 ab Seriennummer 102314)
Zur Messung von aktiven Messobjekten mit hoher Verstärkung kann der Ausgangspegel des Mitlaufgenerators mit dem einstellbaren Stufenteiler in 1-dB-Schritten um bis zu 20 dB abgesenkt werden.

➢ Den Softkey TG ATT im Menü TRACKING GEN drücken.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefeld zur Einstellung der Dämpfung.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten oder mit den Zifferntasten den gewünschten Dämpfungswert eingeben.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey TG ATT die Auswahl abschließen.




## Messung der Übertragungsfunktion von Vierpolen

Bei der Messung der Übertragungsfunktion ist der Eingang des Messobjekts mit dem Generator-Ausgang und dessen Ausgang mit dem HF-Eingang des R&S FSH zu verbinden. Der R&S FSH misst den Betrag der Übertragungsfunktion des Messobjekts. Die Bedienfolge wird im Folgenden anhand der Messung der Übertragungsfunktion eines SAW-Filters mit der Mittenfrequenz 380 MHz und der Bandbreite von ca. 4 MHz erläutert. Das Messbeispiel geht von der Grundeinstellung des R&S FSH aus.

**Einstellung des Frequenzbereichs:**

➢ Die Taste PRESET drücken.

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten im Menü MEASUREMENT den Eintrag TRACKING GEN auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEASURE bestätigen.

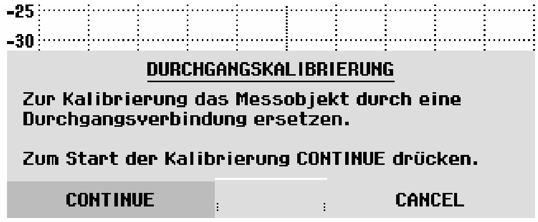
Der R&S FSH zeigt das Menü für den Mitlaufgenerator an. Da keine Kalibrierung durchgeführt ist, wird oben rechts im Messdiagramm Uncal angezeigt.

- Die Taste FREQ drücken.
- Mit den Zifferntasten die Mittenfrequenz (380 MHz im Beispiel) eingeben.
- Die Taste SPAN drücken.
- Mit den Zifferntasten den Frequenzdarstellbereich (25 MHz im Beispiel) eingeben.

**Skalare Messung der Übertragungsfunktion:**

- Taste MEAS drücken.
- Den Softkey TRANSM CAL drücken.

Der R&S FSH fordert für die Kalibrierung der Übertragungsmessung dazu auf, den HF-Eingang mit dem Ausgang des Mitlaufgenerators zu verbinden.



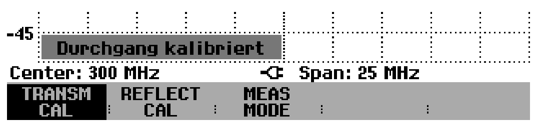

- Den HF-Eingang mit dem Generator-Ausgang direkt ohne Messobjekt verbinden.
- Den Softkey F1 oder F2 (CONTINUE) zum Start der Kalibrierung drücken.
- Durch Drücken des vierten oder fünften Softkeys (CANCEL) kann die Kalibrierung abgebrochen werden.

Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Durchgang wird kalibriert, bitte warten....".

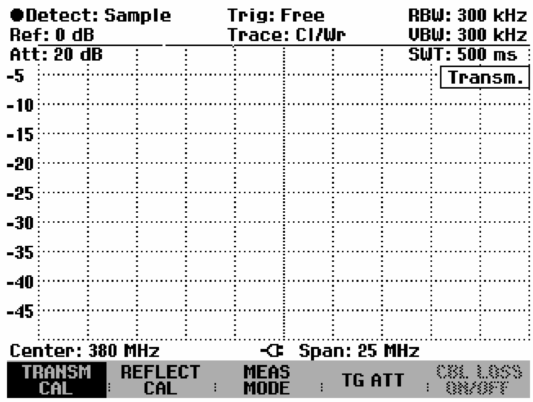
Mit den Softkeys CANCEL kann der Kalibriervorgang abgebrochen werden.

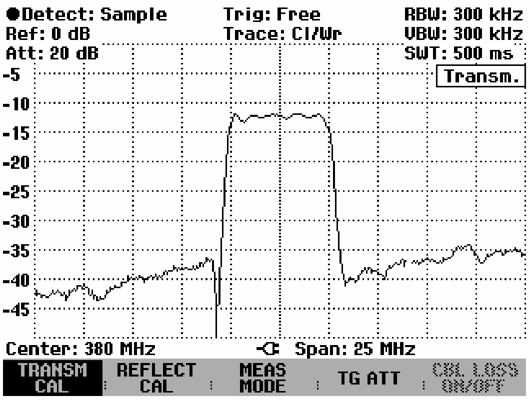



Nach Abschluss der Kalibrierung meldet der R&S FSH für 3 Sekunden "Durchgang kalibriert".




Nach Beendigung der Kalibrierung gibt der R&S FSH oben rechts im Diagramm Transm. aus. Dies dient als Hinweis, dass er zur Messung der Übertragungsfunktion kalibriert ist. Zusätzlich ist die Softkeybeschriftung TRANSM CAL grün hinterlegt.






- ➢ Zwischen HF-Eingang und Generator-Ausgang das Messobjekt anschließen.

Der R&S FSH zeigt den Betrag der Übertragungsfunktion an. Diese kann nun z. B. mit den Markern vermessen werden.

Die Durchgangskalibrierung bleibt solange erhalten, bis die Mittenfrequenz oder der Darstellbereich des R&S FSH geändert wird, so dass der neue Darstellbereich außerhalb des kalibrierten Frequenzbereiches liegt. Bei Verlust der Kalibrierung meldet er Uncal oben rechts am Bildschirm.

Bei Änderung der Referenz nach der Kalibrierung ist mit einer größeren Ungenauigkeit der Messung zu rechnen. Der R&S FSH behält zwar die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Ausgabe • Transm. am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler (<0,3 dB) hin.

Eine Änderung der übrigen Einstellparameter wie die Bandbreite, der Detektor, die Sweepzeit oder der Messbereich beeinflussen die Messgenauigkeit nicht. Sie können daher auch nach der Kalibrierung ohne Verlust an Genauigkeit geändert werden.

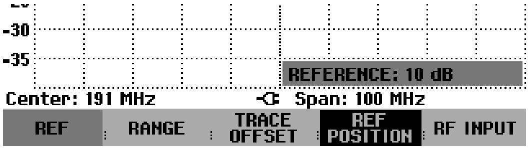
Bei Speicherung eines Datensatzes für skalare Transmissionsmessung im kalibrierten Zustand kann der R&S FSH mit den übrigen Einstellungen auch die Kalibrierdaten ablegen (siehe Kapitel 2, Abschnitt „Speicherung von Kalibrierdaten"). Somit kann nach Wiederaufruf der Einstellung ohne vorhergehende Kalibrierung gemessen werden.

Wenn die Temperatur des R&S FSH um mehr als 5 °C von der Temperatur während der Kalibrierung abweicht, weist er durch einen roten Punkt vor der Ausgabe • Transm. auf eine erhöhte Messungenauigkeit hin. Eine Neukalibrierung ist dann empfehlenswert.

**Messung an Verstärkern:**

Bei der Messung an Verstärkern muss die Referenz verschoben werden, damit die Übertragungsfunktion des Verstärkers innerhalb des Bildschirms sichtbar wird. Eine Erhöhung des Referenzpegels entspricht einer Erhöhung der Eingangsdämpfung. Dazu bietet der R&S FSH eine Referenzeinstellung an. Die Position der 0-dB-Referenz kann zu positiven oder negativen Werten verschoben werden.

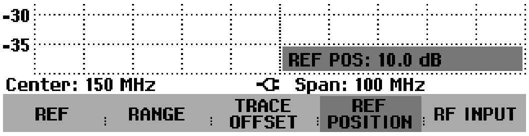
- ➢ Die Taste AMPT drücken.
- ➢ Den Softkey REF drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Referenz ändern oder mit den numerischen Tasten eine neue Referenz eingeben.
- ➢ Die Eingabe mit der Taste ENTER oder dem Softkey REF bestätigen.




Bei Messungen an Verstärkern ist darauf zu achten, dass der R&S FSH nicht übersteuert wird. Dies ist dann sichergestellt, wenn die Messkurve sich innerhalb des Bildschirmrasters befindet (bei REF POSITION = 0 dB und TRACE OFFSET = 0 dB).

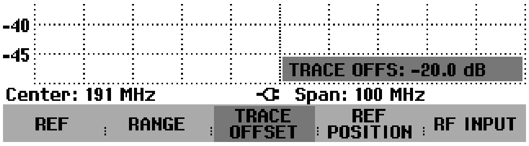
Die Referenz kann auch verschoben werden, ohne dass sich die Eingangsdämpfung erhöht, z. B. um die Messkurve in die Mitte des Bildschirms zu schieben. Die ist mit der Funktion REF POSITION durchzuführen.

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey REF POSITION drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Referenzposition ändern oder mit den numerischen Tasten eine neue Referenzposition eingeben.
- Die Eingabe mit der Taste ENTER oder dem Softkey REF POSITION bestätigen.




Zusätzlich kann die Messkurve in ihrer position verschoben werden, ohne dass sich die Referenz und die Skalierung der Y-Asche ändert.

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey TRACE OFFSET drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Pegel-Offset der Messkurve ändern oder mit den numerischen Tasten einen neuen Offset eingeben.
- Die Eingabe mit der Taste ENTER oder dem Softkey TRACE OFFSET bestätigen.




Der Trace-Offset ist dann nützlich, wenn z. B. eine feste Dämpfung oder Verstärkung bei der Messung ausgeglichen werden soll.

## Vektorielle Messung der Übertragungsfunktion

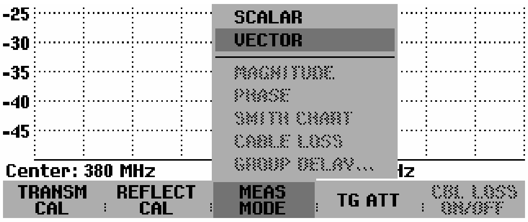
(nur mit Option R&S FSH-K2)

Bei der vektoriellen Messung wertet der R&S FSH neben dem Betrag auch die Phase des Empfangssignals aus. Damit korrigiert er die Einflüsse des R&S FSH auf das Messergebnis mit den in den Kalibrierroutinen aufgenommenen komplexen Korrekturwerten phasenrichtig. Der Bezug sind die verwendeten Kalibrierstandards (Durchverbindung und 50-Ω-Abschluss).

Mit der vektoriellen Messung der Übertragungsfunktion ist im Vergleich zur skalaren Messung eine höhere Messgenauigkeit und Dynamik erzielbar. Ein wesentlicher Vorteil der vektoriellen Messung ist die zusätzliche Möglichkeit zur Bestimmung der Phase, der Gruppenlaufzeit und die elektrische Länge eines Messobjektes. Die genannten Messungen stehen erst nach einer durchgeführten Kalibrierung zur Verfügung und sind solange deaktiviert (in grauer Schrift dargestellt).

**Einschalten der Vektormessung:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt VECTOR auswählen.
- Die Auswahl mit der Taste ENTER oder dem Softkey MEAS MODE bestätigen.

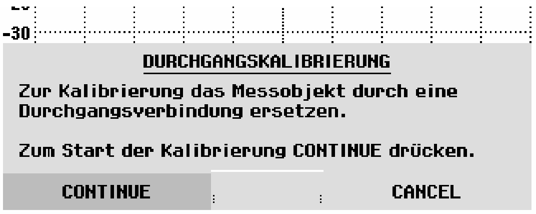


**Kalibrierung der Messung:**

Bevor der R&S FSH kalibriert wird, muss die gewünschte Mittenfrequenz und der Frequenzdarstellbereich eingestellt werden. Bei nachträglicher Einstellung gehen die Kalibrierwerte verloren und es muss erneut kalibriert werden.

**Hinweis:** Die Kalibrierung bleibt erhalten, wenn innerhalb des kalibrierten Frequenzbereichs nachträglich Start-, Stopfrequenz bzw. Mittenfrequenz und Span geändert werden. In diesem Fall interpoliert der R&S FSH die Korrekturdaten zwischen den Stützpunkten der Kalibrierung. Der R&S FSH behält die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Mitlaufgenerator-Statusanzeige am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin.

- Taste MEAS drücken.
- Den Softkey TRANSM CAL drücken.




Der R&S FSH fordert für die Kalibrierung der Übertragungsmessung dazu auf, den HF-Ausgang mit dem Eingang des Mitlaufgenerators zu verbinden.

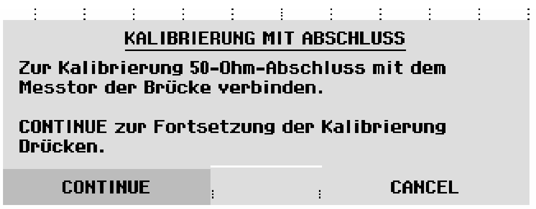
- Den HF-Ausgang mit dem Generator-Eingang direkt ohne Messobjekt verbinden.
- Den Softkey F1 oder F2 (CONTINUE) zum Start der Kalibrierung drücken.
- Durch Drücken des Softkeys F4 oder F5 (CANCEL) kann die Kalibrierung abgebrochen werden.

Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Durchgang wird kalibriert, bitte warten....".




Mit CANCEL kann der Kalibriervorgang abgebrochen werden.

Anschließend fordert der R&S FSH dazu auf den Ausgang des Tracking-Generators mit 50-Ω abzuschließen.




- Den Generator-Ausgang mit dem 50-Ω-Abschluss verbinden.
- Den Softkey F1 oder F2 (CONTINUE) drücken.

Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung mit 50-Ohm-Abschluss, bitte warten....".

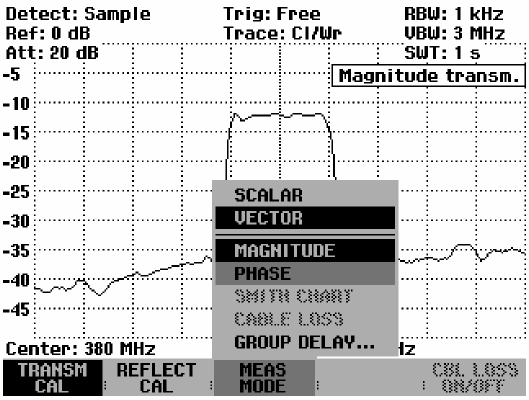



Nach Abschluss der Kalibrierung zeigt der R&S FSH als Hinweis, dass er für Transmissionsmessung vektoriell kalibriert ist, oben rechts im Display Magnitude transm. an. Zusätzlich ist die Softkeybeschriftung TRANSM CAL grün hinterlegt.



## Messung des Betrages einer Übertragungsfunktion

Das Messobjekt zwischen Tracking-Generator-Ausgang und HF-Eingang anschließen.

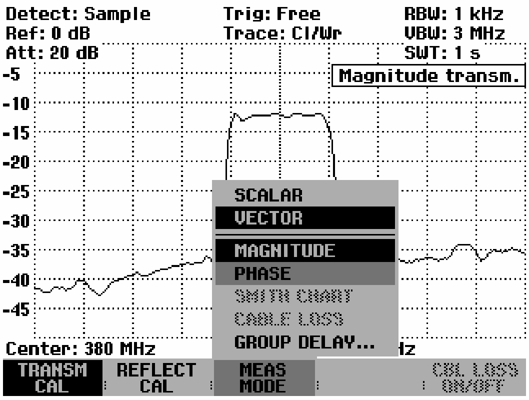



- ➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt MAGNITUDE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.

Der R&S FSH zeigt den Betrag der Übertragungsfunktion und oben rechts im Display Magnitude transm. an.

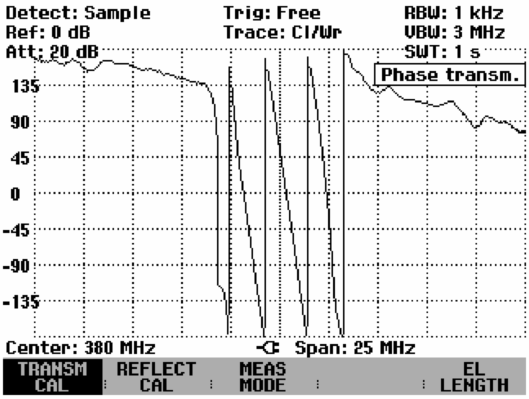
## Messung der Phase einer Übertragungsfunktion

- ➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt PHASE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder ENTER bestätigen.



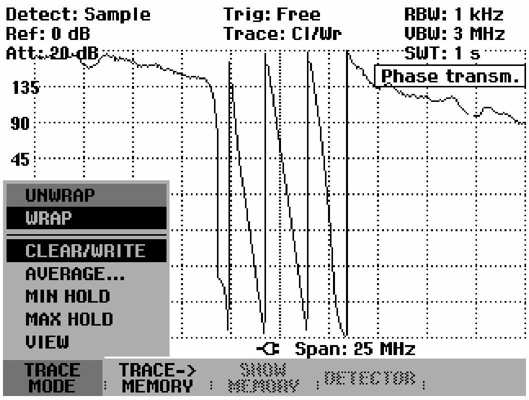

Der R&S FSH stellt den Phasenverlauf des Messobjektes in Abhängigkeit der Frequenz dar. Oben rechts im Display zeigt der R&S FSH Phase transm. an. Die Phase kann in der Grundskalierung, nur Werte zwischen -180° und +180° annehmen.

**Hinweis:** Bei Grundskalierung des Diagramms von -180° bis + 180° wird der Kurvenverlauf nur dann korrekt dargestellt, wenn die Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Messpunkten kleiner als 180° ist.



Die Funktion UNWRAP hebt die Beschränkung des Wertebereichs auf ±180° auf. Es treten dann keine Sprünge mehr auf und die Phase kann beliebige Werte im Bereich von 0° bis 54360° annehmen. Um die UNWRAP-Funktion einzuschalten, folgendermaßen vorgehen:

- Die Taste TRACE drücken.
- Den Softkey TRACE MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt UNWRAP auswählen und mit dem Softkey TRACE MODE oder mit ENTER bestätigen.

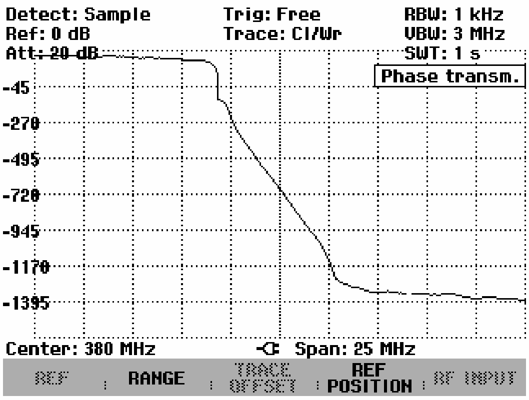



Der R&S FSH zeigt nun den Phasenverlauf ohne Beschränkung des Wertebereichs auf ±180° an.

Für die Rückkehr zur Grundskalierung von ±180° folgendermaßen vorgehen:

- Die Taste TRACE drücken.
- Den Softkey TRACE MODE drücken.

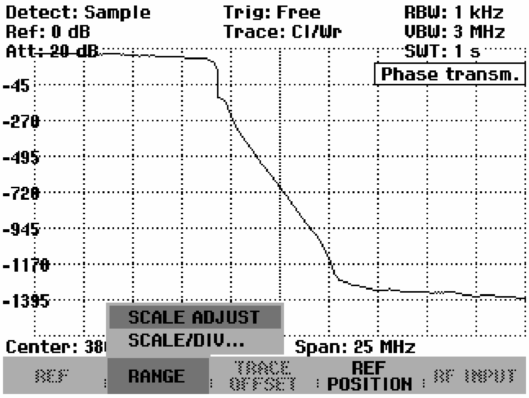
Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt WRAP auswählen und mit dem Softkey TRACE MODE oder mit ENTER bestätigen.




**Skalierung der Phase-Unwrap-Darstellung:**

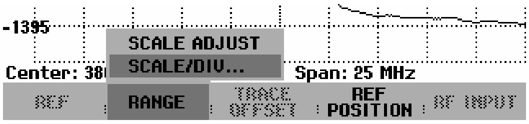
Für die Darstellung des gesamten Phasenverlaufs in bestmöglicher Auflösung steht eine automatische Skalierung zur Verfügung:

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey RANGE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt SCALE ADJUST auswählen und mit dem Softkey RANGE oder ENTER bestätigen.




Zusätzlich kann die Skalierung der Y-Achse in 45°/Div Schritten eingestellt werden.

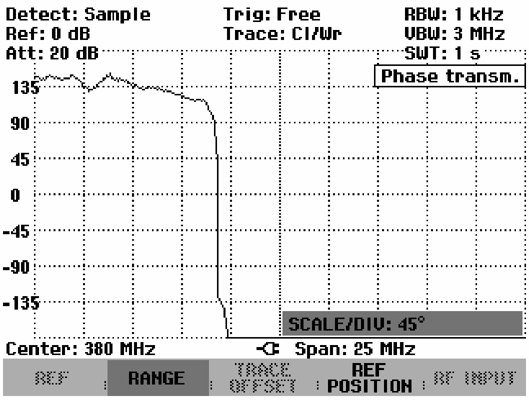
- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey RANGE drücken.




Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt SCALE/DIV… auswählen und mit dem Softkey RANGE oder mit ENTER bestätigen.

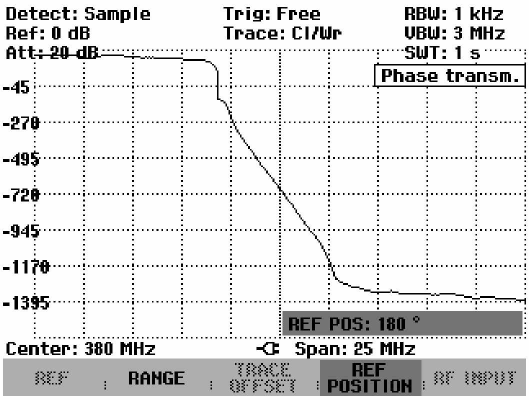
Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Skalierung der Y-Achse und zeigt die gerade eingestellte Skalierung in Grad an.

- Mit den numerischen Tasten ein Vielfaches von 45° eingeben. Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen.
- Alternativ die Skalierung mit dem Drehrad oder den Cursortasten einstellen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.




Die Referenz für die Phasenmessung kann verschoben werden um z. B. die Messkurve in die Mitte des Bildschirms zu schieben.

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey REF POSITION drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Referenzposition ändern oder mit den numerischen Tasten eine neue Referenzposition eingeben.
- Die Eingabe mit der Taste ENTER oder dem Softkey REF POSITION bestätigen.



## Messung der elektrischen Länge mit einer Transmissionsmessung

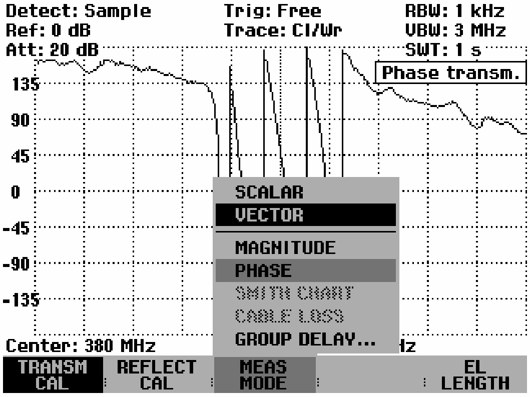
Die elektrischer Länge wird aus der Phasenlaufzeit $\tau_{\Phi}=\frac{\Delta\Phi}{2\pi\Delta f}$ berechnet. $\Delta\Phi$ bezeichnet den gesamten Phasenhub über den gesamten Frequenzbereich. Für die elektrische Länge ergibt sich $l_{\Phi}=\tau_{\Phi}c_{0}$ mit $c_0$ = Lichtgeschwindigkeit. Ein korrektes Ergebnis für die elektrische Länge wird nur dann erzielt, wenn die Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Messpunkten nicht größer als 180° ist.

**Hinweis:**
Definitionsgemäß berechnet sich die elektrische Länge aus der Vakuumlichtgeschwindigkeit und der differentiellen Gruppenlaufzeit $\tau_g$ (siehe unten). Die Gruppenlaufzeit wird hier aus zwei Gründen durch die Phasenlaufzeit ersetzt:

- Die Angabe einer elektrischen Länge ist nur für nicht dispersive Messobjekte sinnvoll, bei denen Phasen- und Gruppenlaufzeit übereinstimmen.
- Die Messgenauigkeit ist bei der Phasenlaufzeitmessung wegen der erheblich breiteren Apertur um Größenordnungen höher als bei der Gruppenlaufzeitmessung.

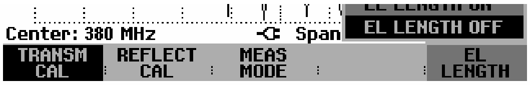
➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt PHASE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.



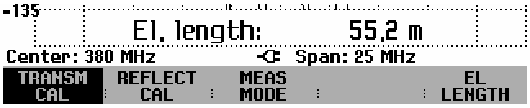

➢ Den Softkey EL LENGTH drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt EL LENGTH ON auswählen und mit dem Softkey EL LENGTH oder mit ENTER bestätigen.




Der R&S FSH zeigt die berechnete elektrische Länge am Display an.

Zum Ausschalten der Anzeige für die elektrische Länge folgendermaßen vorgehen:




➢ Den Softkey EL LENGTH drücken.

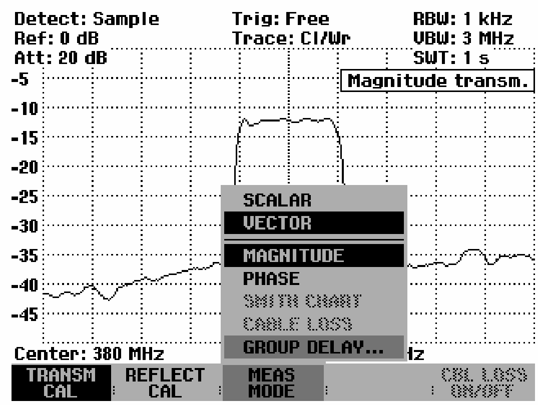
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt EL LENGTH OFF auswählen und mit dem Softkey EL LENGTH oder mit ENTER bestätigen.

Der R&S FSH zeigt nun die elektrische Länge des Messobjektes an.

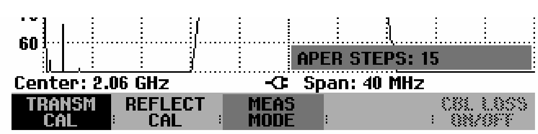
## Messung der Gruppenlaufzeit mit einer Transmissionsmessung

Aus der Phasen- sowie der Frequenzdifferenz (Apertur) zweier Messpunkte kann der R&S FSH die Gruppenlaufzeit *(GROUP DELAY)* berechnen und über der Frequenz darstellen. Die Gruppenlaufzeit ist definiert als negative Ableitung der Phase $\Phi$ über der Winkelgeschwindigkeit $\omega$. Daraus ergibt sich für die Gruppenlaufzeit $\tau_g$= -(d$\Phi$ / 360°df). Hierbei ist d$\Phi$ die Phasenänderung in Grad innerhalb des Frequenzinkrements df. df wird auch als Apertur bezeichnet. Die für eine konkrete Messaufgabe günstigste Apertur muss anhand des Phasenverlaufs individuell eingestellt werden, wobei die größte Phasensteilheit im betrachteten Frequenzbereich maßgebend ist. Ein zu großer Wert führt zum Verlust von Detailinformationen, wohingegen ein zu kleiner Wert den Einfluss von Messwertrauschen zu stark hervorhebt.

- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt GROUP DELAY.. auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.

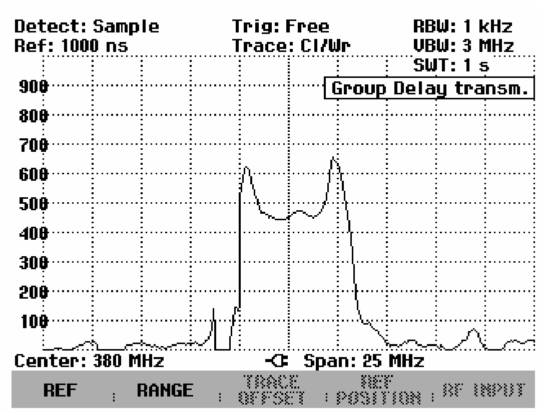



Es öffnet sich ein Eingabefeld zur Eingabe der Apertur und zeigt den gerade eingestellten Wert der Apertur an. Die Grundeinstellung für die Apertur ist eine Aperturbreite von 10 Messpunkten. Mögliche Eingabewerte sind ganze Zahlen im Bereich von 1 bis 300. Zum Beispiel führt die Eingabe APERTURE = 5 dazu, dass zur Berechnung am Messpunkt n die Phasenwerte der Messpunkte n-3 und n+2 herangezogen werden.




- Mit den numerischen Tasten einen geeigneten Wert für die Apertur eingeben. Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen.
- Alternativ den Aperturwert mit dem Drehrad oder den Cursortasten verstellen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

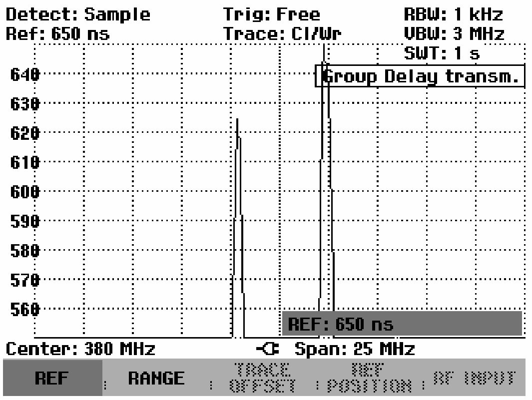
Der R&S FSH zeigt nun den Verlauf der Gruppenlaufzeit an. Oben rechts im Display zeigt der R&S FSH Group Delay transm. an.



Festlegen des Darstellbereiches für die Messung der Gruppenlaufzeit.

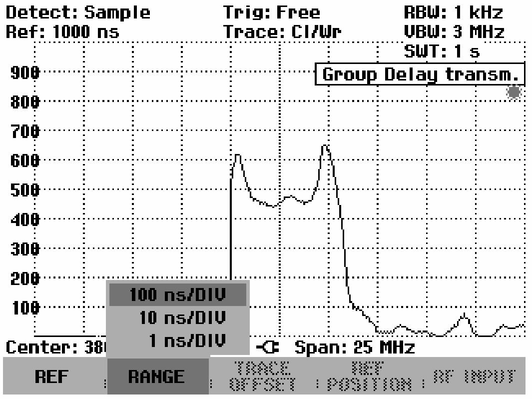
Mit der Eingabe eines Referenzwertes wird der maximal darstellbare Wert für die Gruppenlaufzeit festgelegt.

- ➢ Die Taste AMPT drücken
- ➢ Den Softkey REF drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Referenzwert eingeben und mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen.
- ➢ Alternativ den Referenzwert mit dem Drehrad oder den Cursortasten einstellen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.



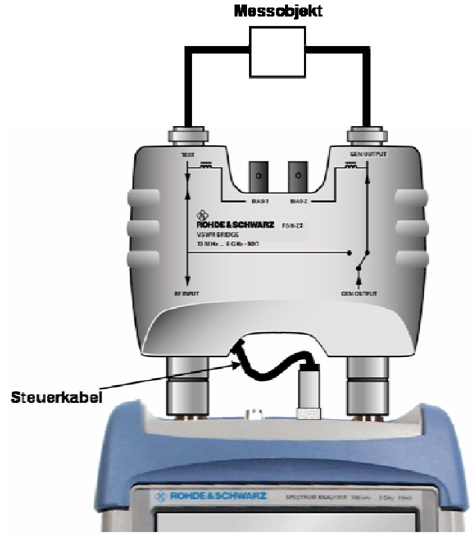

Festlegen der Skalierung:

- ➢ Die Taste AMPT drücken
- ➢ Den Softkey RANGE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten eine geeignete Skalierung auswählen und mit dem Softkey RANGE oder mit ENTER bestätigen.

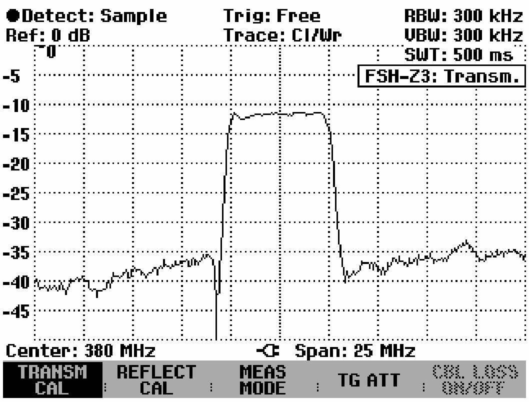


## Messung der Übertragungsfunktion mit angeschlossener VSWR-Messbrücke

Für bestimme Messaufgaben ist es notwendig sowohl die Übertragungsfunktion als auch die Reflexion zu bestimmen. Damit dazu die VSWR-Messbrücke nicht ständig an und abgeschraubt werden muss, enthält die VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z3 (10 MHz bis 6 GHz) einen Umschalter, der die VSWR-Messbrücke umgeht und gleichzeitig das Mitlaufgeneratorsignal auf den Ausgang (Gen Output) der VSWR-Messbrücke schaltet. Gesteuert wird der Schalter über ein Steuerkabel, welches mit der Power Sensor-Buchse des R&S FSH verbunden wird. Aufgrund der Einfügedämpfung der VSWR-Messbrücke ist der Ausgangspegel des Mitlaufgenerators um typisch 4 dB niedriger. Die frequenzabhängige Einfügedämpfung wird nach der Kalibrierung in der Messung berücksichtigt.




Sobald das Steuerkabel an den R&S FSH angeschlossen ist, wird die Messbrücke R&S FSH-Z3 automatisch erkannt und am Display sowie im Statusmenü angezeigt. Vorraussetzung für die automatische Erkennung ist außerdem, dass im SETUP Menü die automatische Erkennung eingeschaltet ist (Grundeinstellung). Siehe auch Kapitel "Einstellungen zur Erkennung der R&S FSH-Z3 für die Transmissions- und Spektrumsmessung".

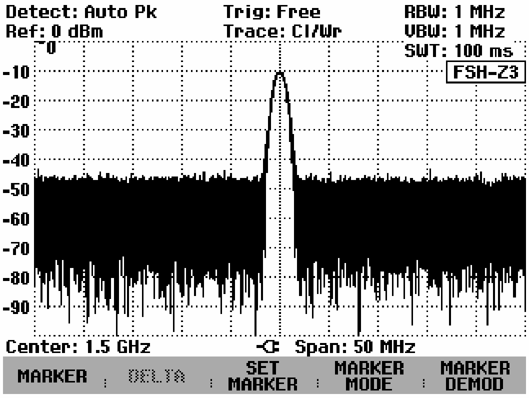


## Spektrumsmessungen mit angeschlossener VSWR-Messbrücke

Zur Lokalisierung von Störsignalen oder zur spektralen Untersuchung des Messobjektes ist es nützlich in die Spektrumsdarstellung zu wechseln. Damit die VSWR-Messbrücke nicht jedes Mal abgeschraubt werden muss, wird ein typischer Wert für die Einfügedämpfung der VSWR-Messbrücke bei der Messung berücksichtigt. Vorraussetzung für die Korrektur ist, dass das Steuerkabel zur automatischen Erkennung der Messbrücke an den R&S FSH angeschlossen ist. Da es sich nur um einen typischen frequenzunabhängigen Korrekturwert handelt, muss mit einer zusätzlichen Pegelmessunsicherheit von maximal 2 dB gerechnet werden.

**Bedienung:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE auswählen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ANALYZER auswählen und mit ENTER bestätigen

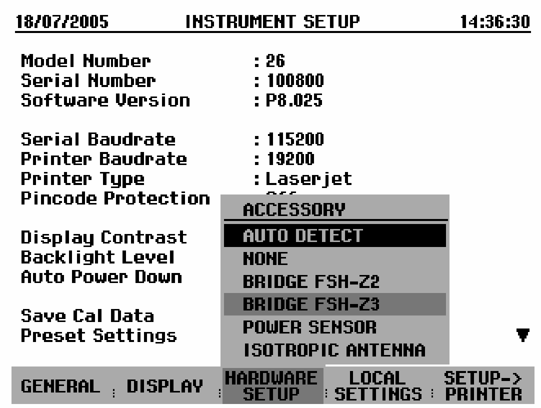



Sobald das Steuerkabel an den R&S FSH angeschlossen ist, wird die Messbrücke R&S FSH-Z3 automatisch erkannt und am Display sowie im Statusmenü angezeigt. Vorraussetzung für die automatische Erkennung ist außerdem, dass im SETUP Menü die automatische Erkennung eingeschaltet ist (Grundeinstellung). Siehe auch Kapitel "Einstellungen zur Erkennung der R&S FSH-Z3 für die Transmissions- und Spektrumsmessung".

Im Display sowie im Statusmenü wird angezeigt, dass eine VSWR-Messbrücke angeschlossen ist.

## Einstellung zur Erkennung der R&S FSH-Z3 für die Transmissions- u. Spektrumsmessung

**Bedienung:**




- ➢ Die Taste SETUP drücken.
- ➢ Den Softkey HARDWARE SETUP auswählen.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ACCESSORY auswählen und mit ENTER bestätigen.

Der R&S FSH öffnet ein Auswahlmenü in dem verschiedene Modi für die Erkennung der Messbrücke R&S FSH-Z3 eingestellt werden können.

- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt AUTO DETECT oder BRIDGE FSH-Z3 auswählen und mit dem Softkey HARWARE SETUP oder ENTER bestätigen.

Bei der Auswahl von AUTO DETECT wird die VSWR-Messbrücke automatisch erkannt sobald das Steuerkabel mit der Probe Power Buchse am R&S FSH verbunden ist.

Bei der Auswahl BRIDGE FSH-Z3 ist die Erkennung der VSWR-Messbrücke voreingestellt. Dies kann sinnvoll sein, wenn nur mit angeschlossener R&S FSH-Z3 gearbeitet wird und die benötigte Zeit für die automatische Erkennung störend ist.

## Versorgung von aktiven Messobjekten mit Gleichspannung

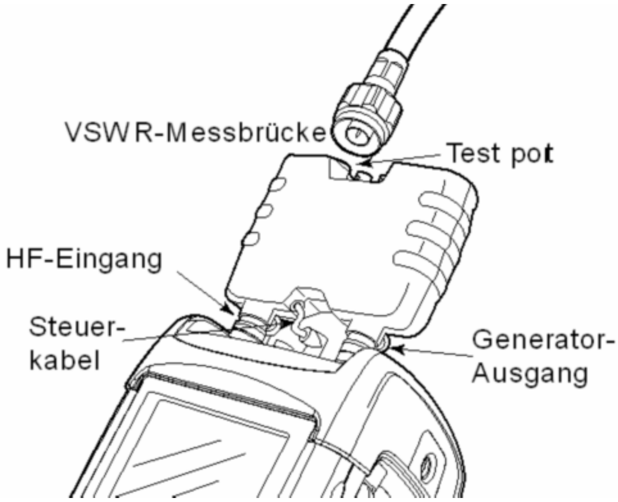
Mir der VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z3 können aktive Messobjekte wie z. B. ein Verstärker über die integrierten Gleichspannungszuführungen (BIAS 1 und BIAS 2) über das HF-Kabel versorgt werden. Die Gleichspannungszuführung geschieht mit Hilfe eines geeigneten externen Netzteiles (300 mA max / 50 V max ). Für die Messung der Antennenkopplung von Mobilfunkbasisstationen müssen zwei sog. TMA (Tower Mounted Amplifier) mit Gleichspannung versorgt werden. Dazu wird an den BNC-Eingängen BIAS 1 und BIAS 2 der VSWR-Messbrücke eine geeignete Spannung angelegt.

## Messung der Reflexion

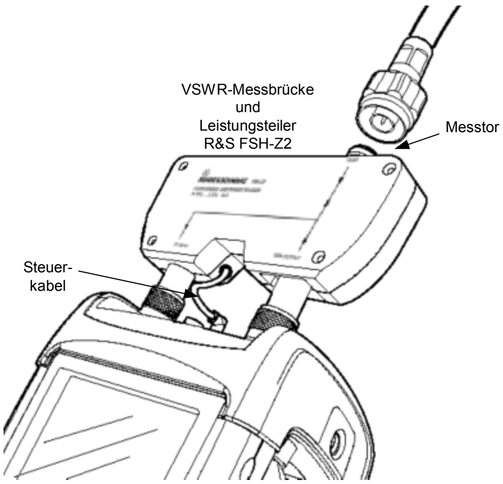
Zur Messung der Reflexion ist die Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 notwendig. Es kann aber auch eine andere Messbrücke (z. B. R&S ZRB2 von Rohde & Schwarz) verwendet werden.

➢ Das Steuerkabel der R&S FSH-Z2/-Z3 mit der Buchse Power Sensor des R&S FSH verbinden.

➢ Die HF-Stecker der Messbrücke R&S FSH-Z2/-Z3 direkt an die HF-Eingangsbuchse und den Generator-Ausgang entsprechend er Beschriftung auf der Messbrücke schrauben.




.
R&S FSH mit VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z3

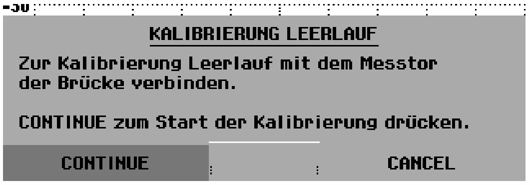



R&S FSH mit VSWR-Messbrücke
R&S FSH-Z2

## Skalare Messung der Reflexion

Vor der Messung muss die Messanordnung kalibriert werden. Dies erfolgt mit Hilfe eines Kurzschlusses und eines Leerlaufs an der Stelle, an der die Reflexion gemessen werden soll. Wenn zwischen Messobjekt und Brücke ein Kabel benutzt wird, erfolgt die Kalibrierung am messseitigen Ende des Kabels.

➢ Den Softkey REFLECT CAL drücken.




Der R&S FSH fordert in einer Meldung auf den Messeingang offen zu lassen.

➢ Den Messeingang der Brücke bzw. das Ende des Messkabels offen lassen.

➢ Durch Drücken des ersten oder zweiten Softkeys (CONTINUE) die Leerlaufkalibrierung starten. Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung Leerlauf, bitte warten...".

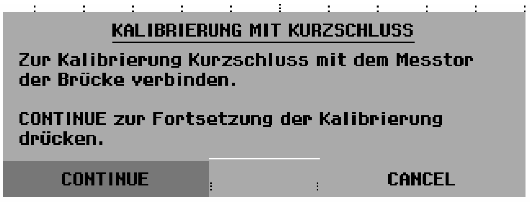
➢ Mit den Softkeys CANCEL kann die Kalibrierung abgebrochen werden.

Nach Beendigung der Leerlaufkalibrierung fordert der R&S FSH zur Kurschlusskalibrierung auf.

➢ An den Messeingang der Brücke einen Kurzschluss anschließen.

➢ Mit CONTINUE die Kurzschlusskalibrierung starten.

➢ Mit CANCEL kann der Start der Kalibrierung abgebrochen werden.



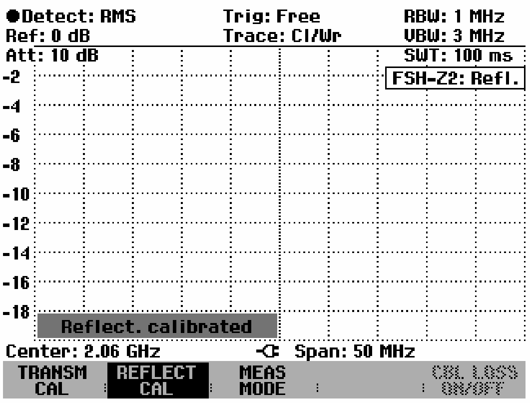

<u>Anmerkung</u>: *Anstatt mit einem Kurzschluss kann auch nochmals mit einem Leerlauf kalibriert werden. Da der R&S FSH nur den Betrag der reflektierten Spannung auswertet, kann er nicht zwischen einem Kurzschluss und Leerlauf unterscheiden. Die Kalibrierung mit einem Kurzschluss erhöht allerdings die Messgenauigkeit, da der R&S FSH die Kalibrierwerte für den Kurzschluss und den Leerlauf mittelt.*

Während des Kalibriervorgangs meldet der R&S FSH "Kalibrierung Kurzschluss, bitte warten...". Mit den Softkeys CANCEL kann der Kalibriervorgang abgebrochen werden.



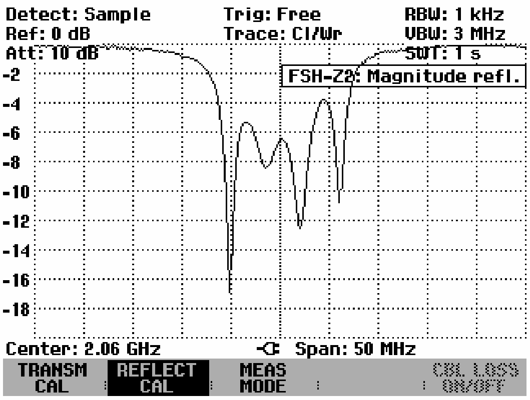

Nach Beendigung der Kalibrierung gibt der R&S FSH für 3 Sekunden die Meldung "Reflexion kalibriert" aus.

Oben rechts im Diagramm zeigt er FSH-Z2: Refl. an. Dies dient als Hinweis, dass er zur Messung der Reflexion kalibriert ist und dass die VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 verwendet wird.Zusätzlich ist die Softkeybeschriftung REFLECT CAL grün hinterlegt.



➢ An das Messtor der VSWR-Brücke das Messobjekt anschließen.

Der R&S FSH zeigt dessen Rückflussdämpfung an.

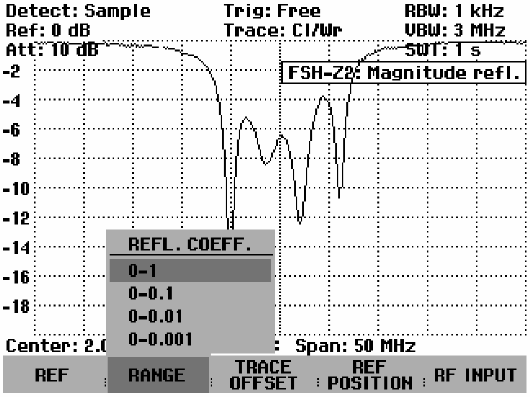



**Eingabe der Anzeigeeinheit:**

➢ Die Taste AMPT drücken.

➢ Den Softkey RANGE drücken.

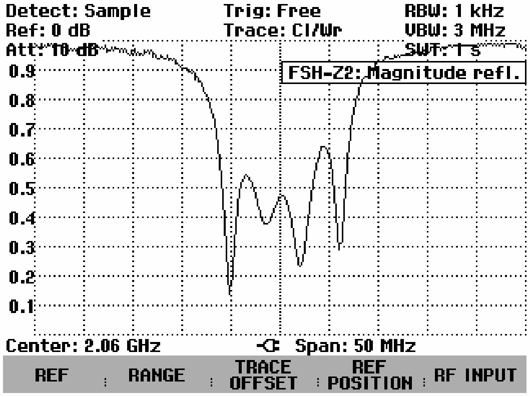
Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl der Anzeigebereiche. Für die Reflexionsmessung stehen folgende Anzeigeeinheiten zur Verfügung: Rückflussdämpfung in dB, linear in %, Stehwellenverhältnis (VSWR), Reflexionsfaktor (REFL COEFF (ROH)) sowie Reflexionsfaktor (REFL COEFF (mROH)). Die gewünschte Anzeigeeinheit mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad auswählen.




**Hinweis:**
Für die Rückflussdämpfung sowie die lineare Anzeige wird die Skalierung direkt ausgewählt. Für alle anderen Einheiten öffnet sich ein Auswahlfenster für die Skalierung des Anzeigebereiches. Den gewünschte Anzeigebereich mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad auswählen

Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch Drükken des Softkeys RANGE anschließen.

Der R&S FSH zeigt z. B. den Reflexionsfaktor des Messobjekts an.



Die Kalibrierung der Reflexion bleibt solange erhalten, bis die Mittenfrequenz oder der Darstellbereich des R&S FSH geändert wird, so dass der neue Darstellbereich außerhalb des kalibrierten Frequenzbereiches liegt. Bei Verlust der Kalibrierung meldet er Uncal oben rechts am Bildschirm.

Bei Änderung der Referenz nach der Kalibrierung ist mit einer größeren Ungenauigkeit der Messung zu rechnen. Der R&S FSH behält zwar die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Ausgabe • FSH-Z2: Refl. am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin.

Eine Änderung der übrigen Einstellparameter wie die Bandbreite, der Detektor, die Sweepzeit oder der Messbereich beeinflussen die Messgenauigkeit nicht. Sie können daher auch nach der Kalibrierung ohne Verlust an Genauigkeit geändert werden.

Bei Speicherung eines Datensatzes für skalare Reflexionsmessung im kalibrierten Zustand kann der R&S FSH mit den übrigen Einstellungen auch die Kalibrierdaten ablegen (siehe Kapitel 2, Abschnitt "Speicherung der Kalibrierdaten"). Somit kann nach Wiederaufruf der Einstellung ohne vorhergehende Kalibrierung gemessen werden.

Wenn die Temperatur des R&S FSH um mehr als 5 °C von der Temperatur während der Kalibrierung abweicht, weist er durch einen roten Punkt vor der Ausgabe • FSH-Z2: Refl. auf eine erhöhte Messungenauigkeit hin. Eine Neukalibrierung ist dann empfehlenswert.

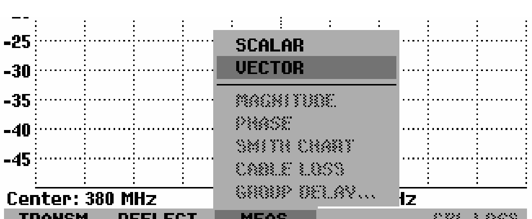
## Vektorielle Messung der Reflexion

(nur mit der Option R&S FSH-K2 verfügbar)

Im Gegensatz zur skalaren Messung korrigiert der R&S FSH die vom Messobjekt reflektierte Welle nach Betrag und Phase mit den aus der Kalibrierung gewonnenen Korrekturwerten. Zusätzlich zur Kalibrierung mit Leerlauf und Kurzschluss muss dabei auch mit einem 50-Ω-Abschluss kalibriert werden. Damit gehen die Eigenschaften der Messbrücke (Richtwirkung und Impedanzen) nicht mehr in das Messergebnis ein. Bestimmend ist vielmehr die Qualität der Kalibriernormale Leerlauf, Kurzschluss und 50-Ω-Abschluss. Bei vektorieller Messung ist daher eine höhere Dynamik und damit Genauigkeit erzielbar. Aufgrund der höheren Messdynamik sind die Anzeigebereiche für das Stehwellenverhältnis (VSWR) und VSWR 1 –1.5 und VSWR 1 –1.1 erweitert. Sehr gut angepasste Messobjekte sind damit genauer und mit höherer Displayauflösung messbar. Ein wesentlicher Vorteil der vektoriellen Messung ist jedoch die Möglichkeit, die komplexen Messergebnisse in einem Smith-Diagramm darzustellen. Damit ist ein viel tieferer Einblick in Eigenschaften des Messobjekts möglich als mit der Betragsdarstellung der Reflexion als Rückflussdämpfung, Reflexionsfaktor oder Stehwellenverhältnis. Außerdem bietet die vektorielle Reflexionsmessung zusätzlich die Möglichkeit, die Phase, die Gruppenlaufzeit sowie die elektrischen Länge eines Messobjektes zu bestimmen. Die genannten Messungen stehen erst nach einer durchgeführten Kalibrierung zur Verfügung. Bei der vektoriellen Messung stellt der R&S FSH die Bandbreiten (Res BW und Video BW) auf einen festen, nicht änderbaren Wert ein. Als Detektor verwendet er immer den Sample-Detektor. Alle anderen Messparameter sind wie bei der skalaren Messung einstellbar.

**Einschalten der Vektormessung:**

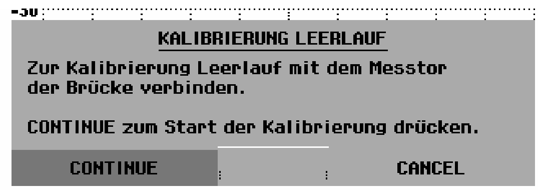
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt VECTOR auswählen.
- Die Auswahl mit der Taste ENTER oder dem Softkey MEAS MODE bestätigen.



**Kalibrierung:**

Bevor der R&S FSH kalibriert wird, muss die gewünschte Mittenfrequenz und der Frequenzdarstellbereich eingestellt werden. Bei nachträglicher Einstellung gehen die Kalibrierwerte verloren und es muss erneut kalibriert werden.

➢ Den Softkey REFLECT CAL drücken.



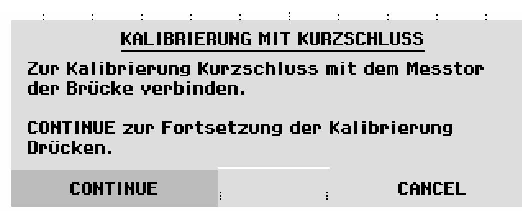

Der R&S FSH fordert in einer Meldung auf den Messeingang mit einem "Leerlauf" (Open) abzuschließen.

➢ Den Messeingang der Brücke bzw. das Ende des Messkabels mit einem Leerlauf abschließen.

➢ Durch Drücken des ersten oder zweiten Softkeys (CONTINUE) die Leerlaufkalibrierung starten. Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung Leerlauf, bitte warten...".

➢ Mit den Softkeys CANCEL kann die Kalibrierung bei jedem Schritt abgebrochen werden.

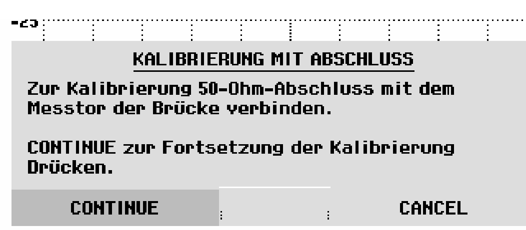
Nach Abschluss der Leerlaufkalibrierung fordert der R&S FSH in einer Meldung das Messtor auf, mit einem Kurzschluss abzuschließen.




➢ Den Messeingang der Brücke bzw. das Ende des Messkabels mit einem Kurzschluss abschließen.

➢ Durch Drücken des ersten oder zweiten Softkeys (CONTINUE) die Kurzschlusskalibrierung starten. Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung mit Kurzschluss, bitte warten...".

Im dritten Kalibrierschritt ist das Messtor mit einem 50-Ω-Abschluss abzuschließen.

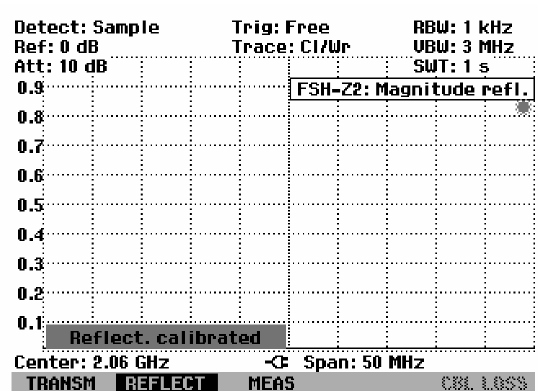



➢ Den Messeingang der Brücke bzw. das Ende des Messkabels mit einem 50-Ω-Abschluss abschließen.

➢ Durch Drücken des ersten oder zweiten Softkeys (CONTINUE) die Abschlusskalibrierung starten. Während der Kalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung mit 50-Ohm-Abschluss, bitte warten...".

Nach Beendigung der Kalibrierung gibt der R&S FSH für 3 Sekunden die Meldung "Reflexion kalibriert" aus.

Oben rechts im Diagramm zeigt er je nach verwendeter VSWR-Messbrücke FSH-Z2: Magnitude refl. an. Dies dient als Hinweis, dass er zur Messung der Reflexionsmessung vektoriell kalibriert ist. Zusätzlich ist die Softkeybeschriftung REFLECT CAL grün hinterlegt.



Die Kalibrierung der Reflexion bleibt solange erhalten, bis die Mittenfrequenz oder der Darstellbereich des R&S FSH geändert wird, so dass der neue Darstellbereich außerhalb des kalibrierten Frequenzbereiches liegt. Bei Verlust der Kalibrierung meldet er Uncal oben rechts am Bildschirm.

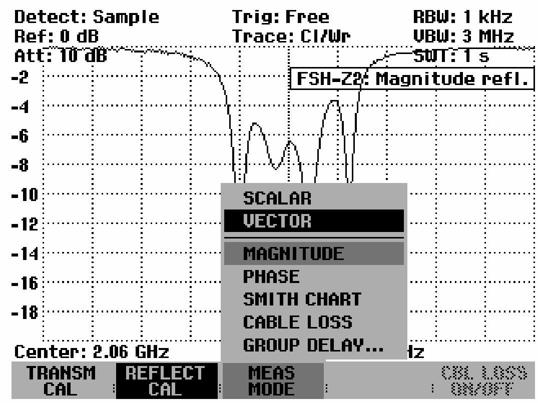
Bei Änderung des Referenzpegels (Taste AMPT, Softkey REF) nach der Kalibrierung ist mit einer größeren Ungenauigkeit der Messung zu rechnen. Der R&S FSH behält zwar die Kalibrierwerte bei, weist jedoch mit einem roten Punkt vor der Ausgabe • FSH-Z2: Magnitude refl. am oberen rechten Bildschirmrand auf den eventuell erhöhten Messfehler hin.

Eine Änderung der Sweepzeit beeinflusst die Reflexionsmessung nicht.

Der R&S FSH überwacht intern die Temperatur. Bei Temperaturänderungen, die zu einem erhöhten Messfehler führen, zeigt er einen roten Punkt vor der Ausgabe für den Messmodus • FSH-Z2: Magnitude refl..

## Messung des Betrages der Reflexion

Das Messobjekt am Testport der VSWR-Messbrücke anschließen.




➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.

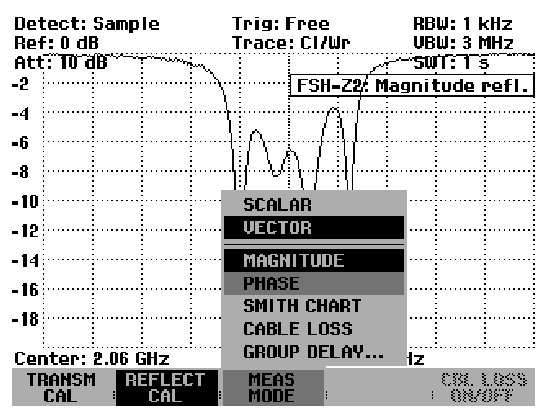
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt MAGNITUDE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.

Der R&S FSH zeigt den Betrag der Rückflussdämpfung oben rechts im Display je nach verwendeter VSWR-Messbrücke FSH-Z2: Magnitude refl. an.
Die Änderung der Anzeigeeinheit sowie die Skalierung der Anzeige ist im Kapitel "Skalare Messung der Reflexion" beschrieben.

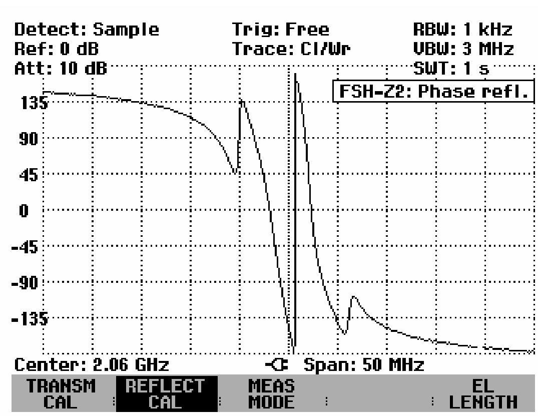
## Messung der Phase der Reflexion

➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt PHASE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder ENTER bestätigen.




Der R&S FSH stellt den Phasenverlauf des Messobjektes in Abhängigkeit der Frequenz dar. Oben rechts im Display zeigt der R&S FSH Phase refl. an. Die Phase kann in der Grundskalierung, nur Werte zwischen -180° und +180° annehmen.
**Hinweis:** Bei Grundskalierung des Diagramms von -180° bis + 180° wird der Kurvenverlauf nur dann korrekt dargestellt, wenn die Phasendifferenz zwischen zwei benachbarten Messpunkten kleiner als 180° ist.

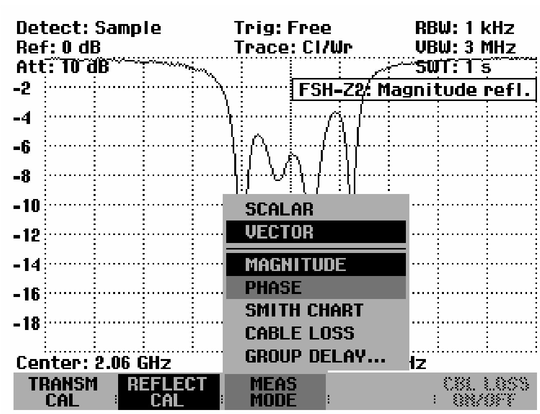



Weitere Hinweise zur Skalierung der Phasenmessung siehe Kapitel: "Messung der Phase einer Übertragungsfunktion".

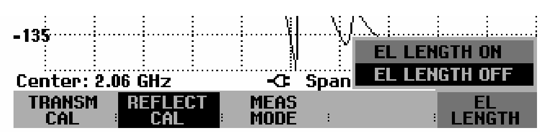
## Messung der elektrischen Länge mit der Reflexionsmessung

Nähere Hinweise siehe Kapitel: "Messung der elektrischen Länge mit der Transmissionsmessung."

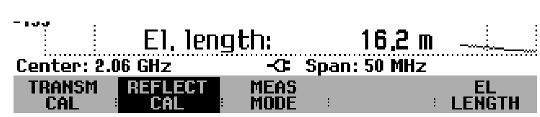
- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt PHASE auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.




- Den Softkey EL LENGTH drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt EL LENGTH ON auswählen und mit dem Softkey EL LENGTH oder mit ENTER bestätigen.




Der R&S FSH zeigt die berechnete elektrische Länge am Display an.




Zum Ausschalten der Anzeige für die elektrische Länge folgendermaßen vorgehen:

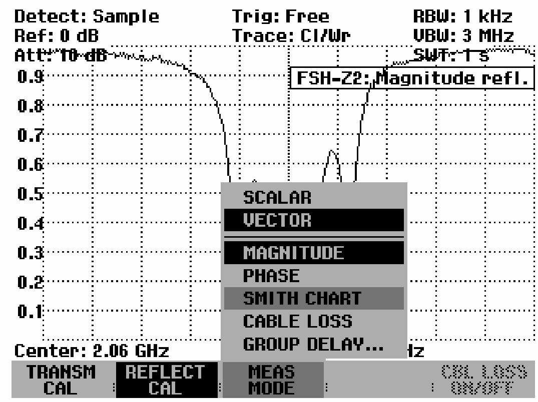
- Den Softkey EL LENGTH drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt EL LENGTH OFF auswählen und mit dem Softkey EL LENGTH oder mit ENTER bestätigen.

Der R&S FSH zeigt nun die elektrische Länge des Messobjektes an.

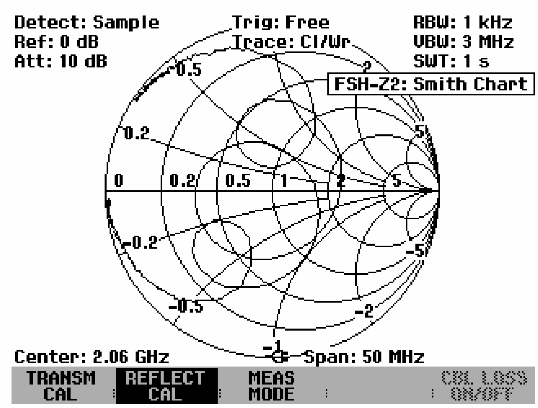
## Anzeige der Reflexion im Smith-Diagramm

- Die Taste MEAS MODE drücken.
- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt SMITH CHART auswählen.

Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys MEAS MODE bestätigen.




Der R&S FSH stellt die Reflexion des Messobjekts im Smith-Diagramm dar.



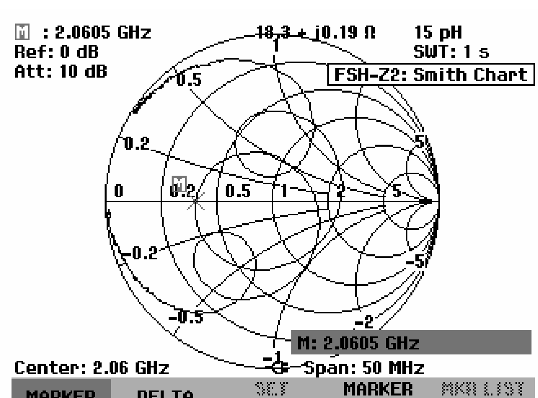

**Benutzung der Marker im Smith-Diagramm:**

Wie bei der skalaren Messung stehen auch bei der Smith-Diagrammdarstellung alle Markerfunktionen (Marker, Delta-Marker, Multi-Marker (siehe auch Kapitel "Benutzung des Markers") zur Verfügung. Im Smith-Diagramm stehen für die vektorielle Reflexionsmessung zusätzliche Markerformate zur Verfügung.

Die Taste MARKER drücken. Der R&S FSH schaltet das Markermenü und einen Marker ein.

- Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch Zifferneingabe wird der Marker auf der komplexen Reflexionskurve bewegt.

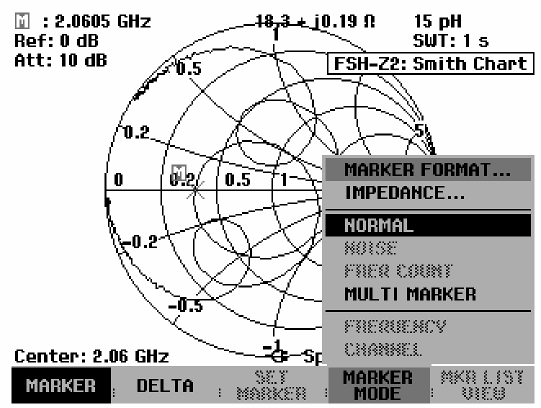
Die numerische Ausgabe der Markerwerte erfolgt zunächst mit der Markerfrequenz und dem komplexen Widerstand ((Realteil) + j (Imaginärteil)) in der Einheit Ohm. Ist z.B. die Anzeige des komplexen Reflexionsfaktors notwendig, so kann das Markerformat entsprechend angepasst werden.



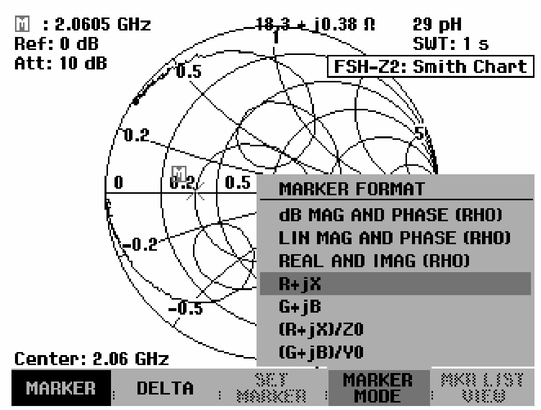
**Auswahl des Markerformates:**

➢ Den Softkey MARKER MODE drücken.

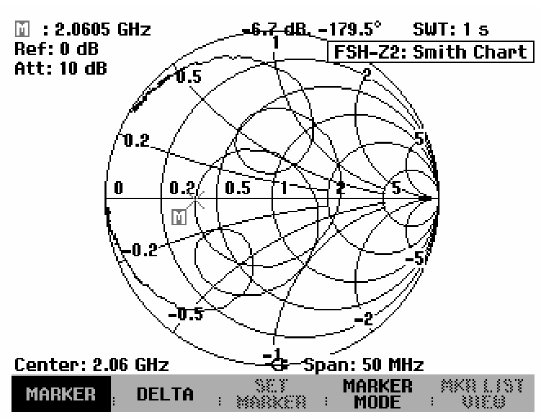
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt MARKER FORMAT… auswählen und mit dem Softkey MARKER FORMAT oder ENTER bestätigen.




Es öffnet sich eine Auswahl von verschiedenen Markerformaten:




- dB MAG AND PHASE (RHO) gibt für den Reflexionsfaktor den Markerwert in komplexer Betrags-Phasendarstellung aus, wobei der Betrag in dB umgerechnet wird.
- LIN MAG AND PHASE (RHO) gibt für den Reflexionsfaktor den Markerwert in komplexer Betrags-Phasendarstellung aus, wobei der Betrag linear in Prozent umgerechnet wird.
- REAL AND IMAG (RHO) gibt für den Reflexionsfaktor den Markerwert in komplexer Darstellung mit Real- und Imaginärteil aus.
- R+jX zeigt den Markerwert für die Impedanz in komplexer Darstellung mit Real- und Imaginärteil an. Zusätzlich wird der Imaginärteil der Impedanz unter Berücksichtigung der Markerfrequenz und des Vorzeichens in eine Induktivität bzw. Kapazität umgerechnet und angezeigt.
- G+jB zeigt den Markerwert für die Admittanz in komplexer Darstellung mit Real- und Imaginärteil an. Zusätzlich wird der Imaginärteil der Admittanz unter Berücksichtigung der Markerfrequenz und des Vorzeichens in eine Induktivität bzw. Kapazität umgerechnet und angezeigt.
- (R+jX/Z0) zeigt den Markerwert für die normierte Impedanz in komplexer Darstellung mit Real- und Imaginärteil an.
- (G+jB/Z0) zeigt den Markerwert für die normierte Admittanz in komplexer Darstellung mit Real- und Imaginärteil an.



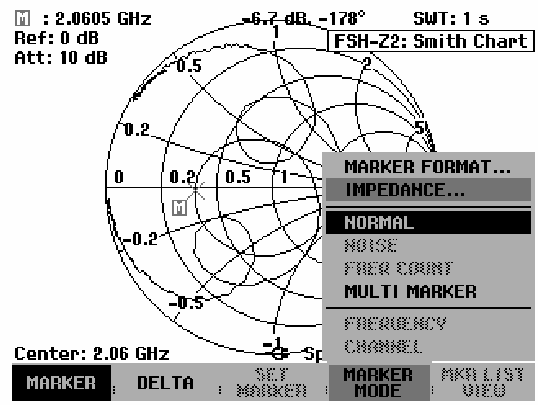

Bsp. dB MAG AND PHASE (RHO)

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten das gewünschte Markerformat auswählen und dem Softkey MARKER MODE oder ENTER bestätigen.

### Festlegen der Bezugsimpedanz

Das Smith-Diagramm ist standardmäßig auf eine Impedanz von 50 Ω normiert. D.h. der Anpasspunkt in der Mitte des Smith-Diagramms entspricht genau 50 Ω. Es können aber auch Reflexionsmessungen unter Verwendung geeigneter Anpassnetzwerke und Kalibrierstandards in Systemen mit unterschiedlicher Impedanz durchgeführt werden. Zu diesem Zweck kann die Bezugsimpedanz für das Smith-Diagramm entsprechen angepasst werden.

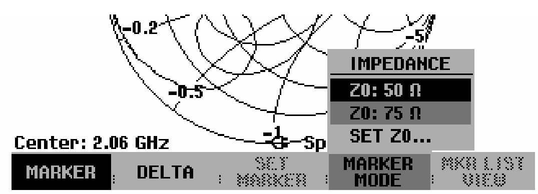
- Die Taste Marker drücken
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt IMPEDANCE auswählen und mit dem Softkey MARKER MODE oder ENTER bestätigen.




Der R&S FSH öffnet eine Liste zur Auswahl der Bezugsimpedanz. Die ausgewählte Bezugsimpedanz ist grün hinterlegt. Für 50 Ω bzw.75 Ω-Systeme sind die Werte vordefiniert. Für Systeme mit einer anderen Impedanz kann ein beliebiger Wert im Bereich von 1 mΩ bis 10 kΩ eingegeben werden.

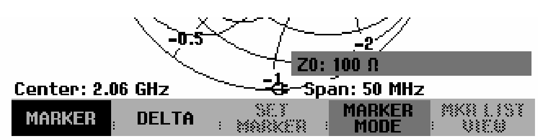
Auswahl einer vordefinierten Bezugsimpedanz:

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die vordefinierten Werte für die Bezugsimpedanz 50 Ω oder 75 Ω aus den Menüpunkt IMPEDANCE auswählen und mit dem Softkey MARKER MODE oder ENTER bestätigen.




Eingabe der Bezugsimpedanz:

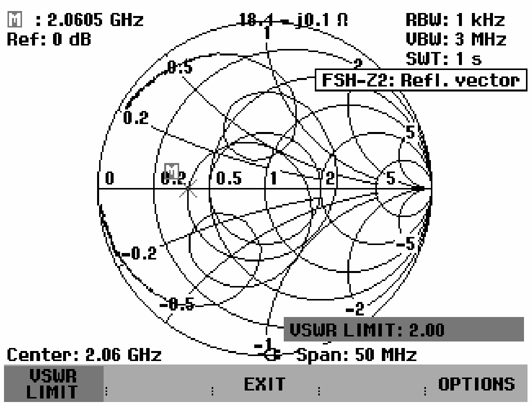
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt SET Z0… auswählen. Mit der numerischen Tastatur die gewünschte Bezugsimpedanz eingeben und mit dem Softkey MARKER MODE oder ENTER bestätigen.




### Grenzwertlinien im Smith-Diagramm:

Zur visuellen Überwachung von VSWR-Grenzen bietet der R&S FSH VSWR-Grenzwerte im Smith-Diagramm an. Ein VSWR-Grenzwert ist im Smith-Diagramm durch einen Kreis gegeben, dessen Mittelpunkt der Bezugswiderstand ist und dessen Radius durch den VSWR-Wert bestimmt ist. Alle Werte innerhalb des Kreises haben einen VSWR-Wert, der kleiner ist als der durch den Kreis vorgegebene VSWR-Wert.

**VSWR-Grenzwert einschalten:**




- Ausgehend vom Hauptmenü für den Tracking-Generator die Taste MEAS drücken oder ausgehend von jedem anderen Menü die Taste MEAS zweimal drücken.
- Den Softkey LIMIT LINES drücken.

Der R&S FSH zeigt das Menü für Grenzwerte bei Smith-Diagrammdarstellung an. Wenn bereits ein VSWR-Grenzwert eingeschaltet ist, ist der Softkey VSWR LIMIT grün hinterlegt.

- Zur Eingabe eines VSWR-Grenzwerts oder zum Einschalten des vorhandenen Grenzwerts den Softkey VSWR LIMIT drücken.
- Den angezeigten VSWR-Grenzwert mit dem Drehrad auf den gewünschten Wert verändern oder mit den Zifferntasten einen neuen Grenzwert eingeben.
- Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

**VSWR-Grenzwert ausschalten:**

- Ausgehend vom Hauptmenü für den Tracking-Generator die Taste MEAS drücken oder ausgehend von jedem anderen Menü die Taste MEAS zweimal drücken.
- Den Softkey LIMIT LINES drücken.

Der Softkey VSWR LIMIT ist grün hinterlegt.

- Den Softkey VSWR LIMIT zweimal drücken.

Der VSWR-Grenzwert ist nun ausgeschaltet.

Wie bei Grenzwertlinien bei skalaren Diagrammen bietet der R&S FSH auch für Grenzwerte im Smith-Diagramm eine automatische Überwachung des Grenzwerts an. Wenn sich komplette die Impedanzkurve innerhalb des VSWR-Kreises befindet, meldet der R&S FSH nach jedem Sweep PASS. Befindet sich ein Teil der Messkurve ausserhalb, meldet er FAIL.

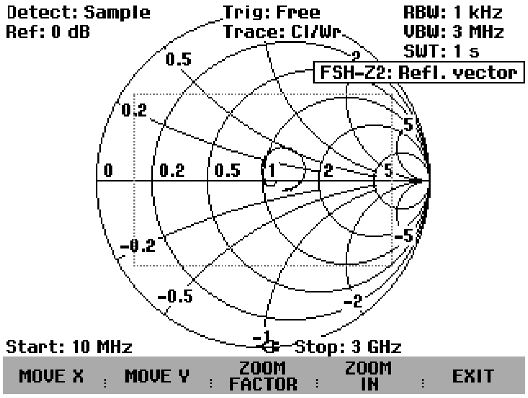
Die Grenzwertüberwachung ist mit dem Softkey OPTIONS im Menü LIMIT LINES konfigurierbar (siehe Abschnitt „Benutzung von Grenzwertlinien“).

### Ausschnitt vergrößern im Smith-Diagramm:

Mit Hilfe der Zoom-Funktion kann zur besseren Beurteilung der Messergebnisse jede beliebige Stelle im Smith-Diagramm vergrößert dargestellt werden.

Die Zoom Funktion einschalten:

- Die Taste TRACE drücken.
- Den Softkey ZOOM drücken.




Der R&S FSH zeigt das Menü für die Zoom-Funktion an und im Smith-Diagramm erscheint ein Zoom-Fenster, welches in der Größe (Zoom-Faktor 2, 4, 8) und in seiner Position verändert werden kann.

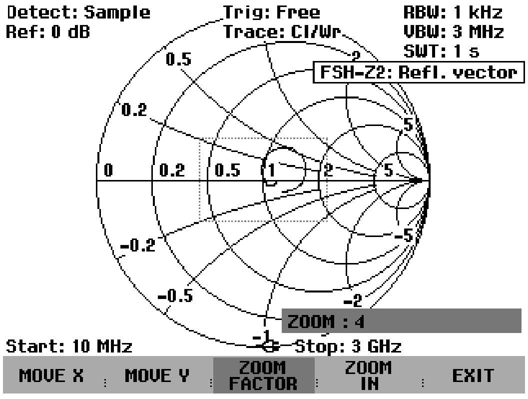
Die Zoom-Funktion ausschalten:

- Den Softkey EXIT drücken.

### Vergrößerungsbereich festlegen:

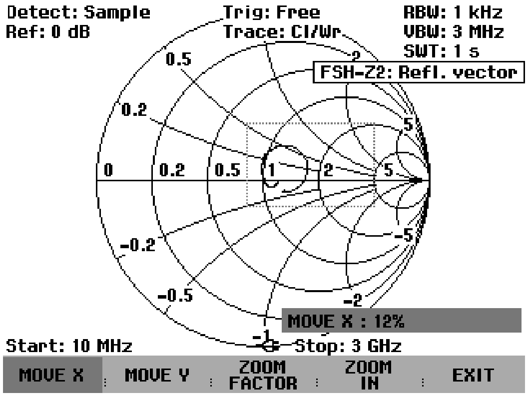
Mit dem Zoom-Faktor wird die Größe des Zoom-Fensters bzw. der Vergrößerungsfaktor festgelegt.

- Den Softkey ZOOM FACTOR drücken.
- Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch Zifferneingabe den gewünschten Vergrößerungsfaktor 2, 4 oder 8 auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey ZOOM FACTOR bestätigen.




### Zoom-Fenster verschieben:

Der Bezugspunkt für das Verschieben des Zoom-Fensters in x/y-Richtung ist der Mittelpunkt im Smith-Diagramm sowie der Mittelpunkt des Zoom-Fensters. Der Verschiebebereich wird in Prozent angegeben und reicht für die x- und y-Richtung von -50% bis + 50 %. Dem Mittelpunkt im Smith-Diagramm entspricht x = y = 0%.




Verschieben in x-Richtung:

- Den Softkey MOVE X drücken
- Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch Zifferneingabe den gewünschten Wert von -50% bis +50% einstellen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MOVE X bestätigen.

Verschieben in y-Richtung:

- Den Softkey MOVE Y drücken.
- Mit dem Drehrad, den Cursortasten oder durch Ziffereingabe den gewünschten Wert von -50% bis +50% einstellen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MOVE Y bestätigen.

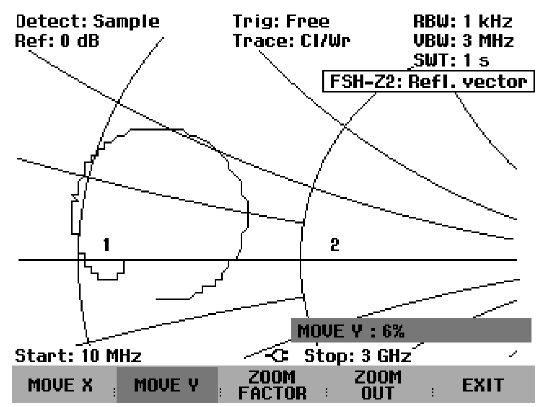
**Bereich vergrößert darstellen:**

- Den Softkey ZOOM IN drücken.

Der ausgewählte Fensterbereich wird mit dem eingestellten Zoomfaktor vergrößert dargestellt. Zur Feinjustierung kann das Zoom-Fenster mit den Softkeys MOVE X und MOVE Y wie beschrieben verschoben werden.

Vergrößerung ausschalten:

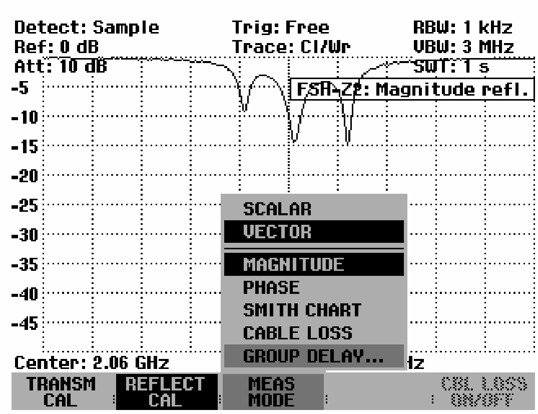
- Den Softkey ZOOM OUT drücken.



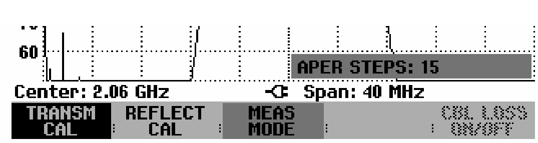

## Messung der Gruppenlaufzeit mit einer Reflexionsmessung

Nähere Hinweise siehe Kapitel: "Messung der Gruppenlaufzeit mit der Transmissionsmessung."

- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt GROUP DELAY... auswählen und mit dem Softkey MEAS MODE oder mit ENTER bestätigen.

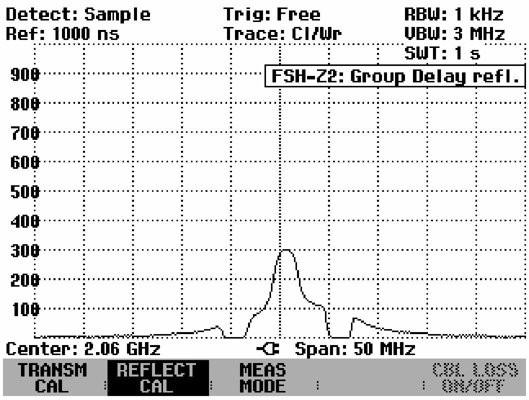



Es öffnet sich ein Eingabefeld zur Eingabe der Apertur und zeigt den gerade eingestellten Wert der Apertur an. Die Grundeinstellung für die Apertur ist eine Aperturbreite von 10 Messpunkten. Mögliche Eingabewerte sind ganze Zahlen im Bereich von 1 bis 300. Zum Beispiel führt die Eingabe APERTURE = 5 dazu, dass zur Berechnung am Messpunkt n die Phasenwerte der Messpunkte n-3 und n+2 herangezogen werden.



- Mit den numerischen Tasten einen geeigneten Wert für die Apertur eingeben. Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen.
- Alternativ den Aperturwert mit dem Drehrad oder den Cursortasten verstellen und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH zeigt nun den Verlauf der Gruppenlaufzeit an. Oben rechts im Display zeigt der R&S FSH Group Delay refl. an.



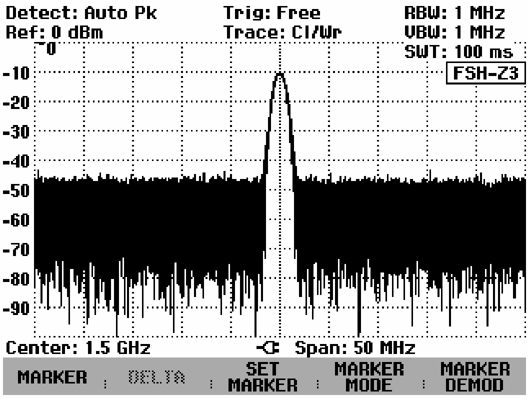

Zur Festlegung des Darstellbereiches und der Skalierung siehe Kapitel: "Messung der Gruppenlaufzeit mit der Transmissionsmessung."

## Spektrumsmessungen mit angeschlossener VSWR-Messbrücke

Zur Lokalisierung von Störsignalen, welche die Reflexionsmessung z.B. an einer Antenne beeinflussen können, ist es nützlich in die Spektrumsdarstellung zu wechseln. Damit die VSWR-Messbrücke nicht jedes Mal abgeschraubt werden muss, wird ein typischer Wert für Einfügedämpfung der VSWR-Messbrücke bei der Messung berücksichtigt. Vorraussetzung für die Korrektur ist, dass das Steuerkabel zur Erkennung der Messbrücke an den R&S FSH angeschlossen ist. Da es sich nur um einen typischen frequenzunabhängigen Korrekturwert handelt, muss mit einer zusätzlichen Pegelmessunsicherheit von maximal 2 dB gerechnet werden.

**Bedienung:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE auswählen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ANALYZER auswählen.

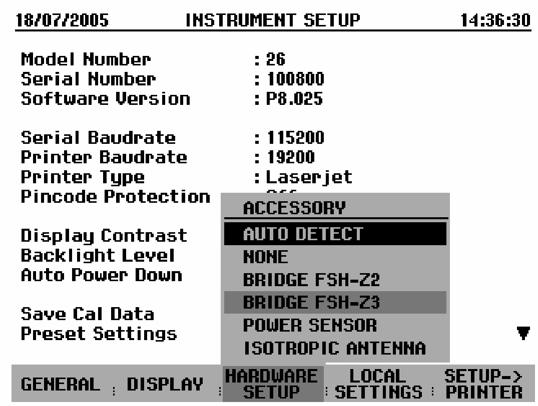



Sobald das Steuerkabel an den R&S FSH angeschlossen ist, wird die Messbrücke R&S FSH-Z3 oder R&S FSH-Z2 automatisch erkannt und am Display sowie im Statusmenü angezeigt. Vorraussetzung für die automatische Erkennung ist außerdem, dass im SETUP Menü die automatische Erkennung eingeschaltet ist (Grundeinstellung).

## Einstellungen für die Erkennung der R&S FSH-Z2 und R&S FSH-Z3

**Bedienung:**

- Die Taste SETUP drücken.
- Den Softkey HARDWARE SETUP auswählen.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ACCESSORY auswählen und mit ENTER bestätigen.




Der R&S FSH öffnet ein Auswahlmenü in dem verschiedene Modi für die Erkennung der VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 bzw. R&S FSH-Z3 eingestellt werden können.

- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt AUTO DETECT oder BRIDGE FSH-Z3 bzw. BRIDGE FSH-Z2 auswählen und mit dem Softkey HARWARE SETUP oder ENTER bestätigen.

Bei der Auswahl von AUTO DETECT wird die VSWR-Messbrücke automatisch erkannt sobald das Steuerkabel mit der Probe Power Buchse am R&S FSH verbunden ist.

**Hinweis:**
Bei Verwendung der Messbrücke R&S FSH-Z2 wird das Entfernen der Messbrücke nicht immer automatisch erkannt. In diesem Fall kann durch einen kurzzeitigen Wechsel in eine andere Messfunktion oder durch die Auswahl des Menüpunktes NONE der Status aktualisiert werden.

Bei der Auswahl BRIDGE FSH-Z2/-Z3 ist die Erkennung der VSWR-Messbrücke voreingestellt. Dies kann sinnvoll sein, wenn nur mit angeschlossener R&S FSH-Z3 bzw. R&S FSH-Z2 gearbeitet wird und die zusätzliche Zeit für die automatische Erkennung störend ist.

# 1-Tor-Messung der Kabeldämpfung

(nur bei installierter Option R&S FSH-K2 verfügbar)

Mit der Messung der Rückflussdämpfung an am Ende kurzgeschlossenen oder leerlaufenden Kabeln kann die Dämpfung des Kabels nach folgender Überlegung berechnet werden: Ein Kurzschluss oder Leerlauf am Ende des Kabels reflektiert die hinlaufende Welle vollständig. Da die Welle das Kabel zweimal durchläuft, ist die rücklaufende Welle am Messtor der Brücke um das Doppelte der Kabeldämpfung abgeschwächt. Das Pegelverhältnis von empfangenem Signal Welle zu dem in das Kabel eingespeisten ist damit gleich der zweifachen Dämpfung des vermessenen Kabels.

Der R&S FSH bietet bei installierter Option R&S FSH-K2 die Messung der Kabeldämpfung nach der Methode der Rückflussdämpfungsmessung direkt an, ohne dass der Anwender die Umrechnung von Reflexionsdämpfung in Kabeldämpfung selbst durchführen muss.

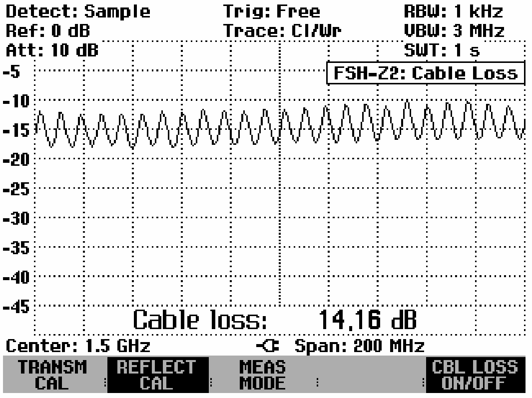
**Bedienung:**

- Die Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 an den R&S FSH anschließen.
- Am R&S FSH den Mode TRACKING GEN einschalten (Taste MEAS, Softkey MEASURE: TRACKING GEN).
- Den gewünschten Frequenzbereich am R&S FSH einstellen.
- Die vektorielle Messung einschalten (Taste MEAS, Softkey MEAS MODE, Menüpunkt VECTOR).
- Den R&S FSH kalibrieren (Taste MEAS, Softkey RELECT CAL).
- Das zu messende Kabel an das Messtor der Brücke anschließen. Das andere Ende des Kabels muss mit einem Kurzschluss abgeschlossen sein oder offen bleiben.

Der R&S FSH zeigt die Rückflussdämpfung des Kabels an.

- Den Softkey MEAS MODE drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt CABLE LOSS auswählen.
- Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS MODE bestätigen.

Der R&S FSH zeigt die gemessene Kabeldämpfung (Cable loss) in dB an.




Die Kabeldämpfung berechnet der R&S FSH aus dem Mittel aus Maximalwert und Minimalwert der dargestellten Messkurve. Sie ist daher als Mittelwert innerhalb des dargestellten Frequenzbereichs zu verstehen.

Die Dämpfung bei bestimmten Frequenzen kann mit einem oder mehreren Markern ermittelt werden.

**Anzeige der Kabeldämpfung:**

Der R&S FSH blendet unten im Messdiagramm die Kabeldämpfung ein (Cable loss = nn.nn dB). Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Kabeldämpfungsanzeige ausgeblendet werden. Die Ausblendung erfolgt durch Druck auf den Softkey CBL LOSS ON/OFF. Wenn die Softkeybeschriftung grün hinterlegt ist, ist die Kabeldämpfungsanzeige eingeschaltet.

# Messungen an Kabeln

(Nur für R&S FSH mit Mitlaufgenerator (R&S FSH3 Bestell-Nr. 1145.5850.13 oder 1145.5850.23, R&S FSH6 Bestell-Nr. 1145.5850.26) und installierter Option R&S FSH-B1 (Distance to Fault Measurement)).

Bei der Installation und der Wartung von Sendeeinrichtungen ist die Messung der Eigenschaften des Kabels zur Antenne eine wichtige Aufgabe. Quetschungen des Kabels oder schlechte Verbindungen beeinflussen die Leistungsfähigkeit der Sendeanlage erheblich. Der R&S FSH ermöglicht in Verbindung mit dem Mitlaufgenerator und der Option "Distance to Fault Measurement" (DTF, R&S FSH-B1) die Bestimmung von Kabelfehlstellen und deren Abstand von der Messebene.

Als Eingangsgrößen sind nur die Art des zu vermessenden Kabels und dessen ungefähre Länge notwendig. Mit diesen Parametern misst der R&S FSH den Abstand zu Fehlstellen und die Höhe der Fehlanpassung. Die Kabelkenngrößen können bequem mit der mitgelieferten Software "FSH View" definiert und in den R&S FSH übernommen werden. Der R&S FSH kann bis zu 100 Kabelmodelle intern abspeichern.

Der R&S FSH misst die Summe aus dem Mitlaufgeneratorsignal und dem vom zu messenden Kabel reflektierten Signal im Frequenzbereich. Je nach Phasenlage des von einer Fehlstelle reflektierten Signals zum Sendesignal addieren oder subtrahieren sich beide Signale. Damit ergibt sich eine Welligkeit des empfangenen Gesamtsignals im Frequenzbereich. Der R&S FSH wandelt das Empfangssignal mittels der FFT-Transformation in den Zeitbereich. Mit den Kenndaten des vermessenen Kabels errechnet er direkt den Abstand von Reflexionen an Fehlstellen. Die Höhe der Fehlstelle ist durch die Höhe der Reflexion bei einem bestimmten Abstand gegeben.

**Messaufbau:**

➢ Das Anschlusskabel der VSWR-Messbrücke R&S FSH-Z2 oder R&S FSH-Z3 mit dem Eingang Power Sensor des R&S FSH verbinden.

*Hinweis:* *Versorgung von aktiven Messobjekten mit Gleichspannung: Befinden sich in dem zu untersuchenden Kabel zusätzliche Verstärker, so können diese mit Hilfe der in der R&S FSH-Z3 integrierten Gleichspannungszuführung über das HF-Kabel versorgt werden. Die Gleichspannungszuführung geschieht mit Hilfe eines geeigneten externen Netzteiles (300 mA max / 50 V max ). So kann z. B. ein sog. TMA (Tower Mounted Amplifier) mit Gleichspannung in einer Mobilfunkbasisstation versorgt werden. Dazu wird an dem BNC-Eingang BIAS 1 der VSWR-Messbrücke eine geeignete Spannung angelegt.*

➢ Die Messbrücke mit dem Generatorausgang und dem HF-Eingang des R&S FSH verbinden.

➢ Das mit der Option R&S FSH-B1 gelieferte Messkabel mit dem Eingang der Messbrücke verbinden.

*Hinweis:* *Zur Messung mit der DTF-Funktion ist immer ein 1 Meter langes Kabel am Messtor der R&S FSH-Z2 bzw. R&S FSH-Z3 zu verwenden. Ohne dieses Kabel erheben sich keine brauchbaren Ergebnisse.*

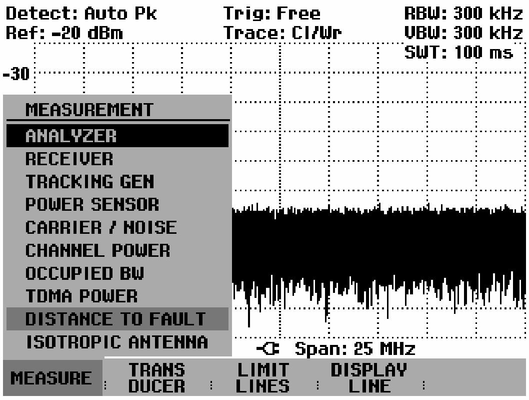
**Aufruf der Funktion:**

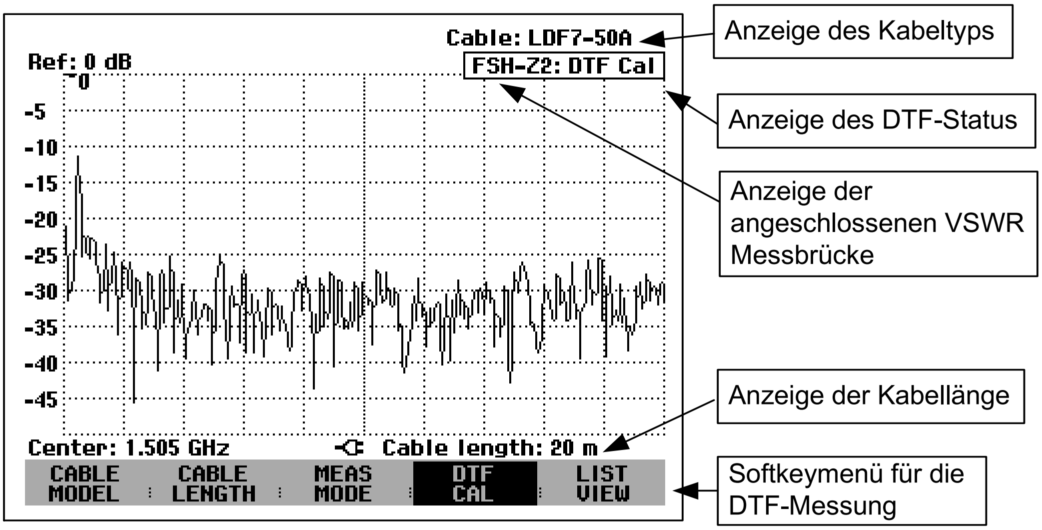
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt DISTANCE TO FAULT auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

Der R&S FSH schaltet die Messfunktion "Distance to Fault" ein.




Zur Durchführung der Kabelfehlstellenmessung braucht der R&S FSH die Information über den zu messenden Kabeltyp und die ungefähre Länge des Kabels.

Der Kabeltyp muss bekannt sein, damit aus der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle im Kabel der Abstand von eventuellen Fehlstellen richtig bestimmt werden kann. Die Information über die Dämpfung des Kabels ist notwendig, um die Höhe der Fehlstelle richtig zu bestimmen. Ferner stellt der R&S FSH abhängig von der ungefähren Länge des Kabels den Span ein.

## Auswahl des Kabels

Frequenzabhängige Kabelmodelle können mit der mitgelieferten Windows-Software "FSH View" erzeugt und in den R&S FSH geladen werden. Die Vorgehensweise ist im Handbuch "FSH View" beschrieben. Der R&S FSH kann bis zu 100 verschiedene Kabelmodelle intern speichern. . Bei gleichzeitig gespeicherten Transducerfaktoren, Kanaltabellen, Grenzwertlinien oder Datensätzen verringert sich ggf. die maximale Anzahl der Kabelmodelle (siehe dazu Kapitel 4 "Abspeichern und Laden von Geräteeinstellungen und Messergebnissen ").
Ein Kabelmodell bei einer vorgebbaren Frequenz kann auch direkt über Menübedienung in den R&S FSH eingegeben werden. Damit ist die Messung an Kabeln möglich, deren Modell momentan nicht im R&S FSH verfügbar ist.

Zur genauen Messung von Kabelfehlstellen ist es grundsätzlich notwendig das dem zu messenden Kabel entsprechende Modell zu verwenden. Nur damit kann der R&S FSH den Abstand der Fehlstelle von der Messebene und die Höhe der Reflexion an der Fehlstelle richtig messen.

**Auswahl eines Kabelmodells aus der vordefinierten Liste:**

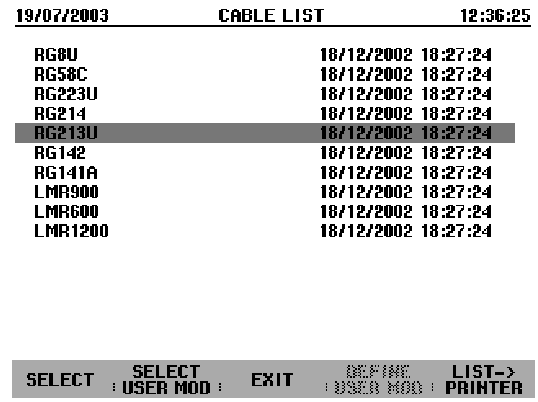
➢ Den Softkey CABLE MODEL drücken.

Der R&S FSH zeigt die Liste der geladenen Kabelmodelle an.

➢ Mit dem Drehrad das gewünschte Kabelmodell auswählen.

➢ Mit dem Softkey SELECT das ausgewählte Modell aktivieren.

Der R&S FSH kehrt zur DTF-Messfunktion zurück und zeigt oben rechts am Bildschirm das für die Messung benutzte Kabel an.



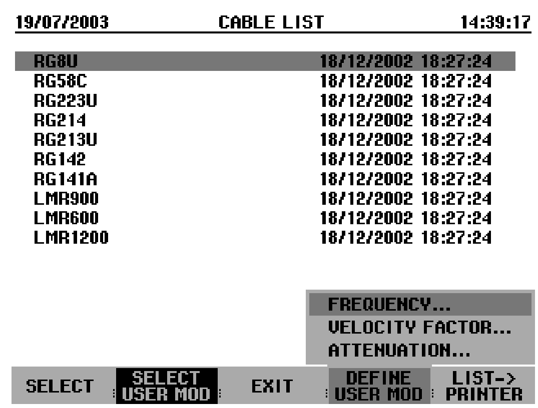

**Direkte Eingabe der Kabelparameter:**

➢ Den Softkey CABLE MODEL drücken.

➢ Den Softkey SELECT USER MOD drücken.

Der Softkey ist grün hinterlegt als Hinweis, dass das Benutzer-spezifizierte Kabelmodell ausgewählt ist.

Über den Softkey DEFINE USER MOD kann das Kabelmodell überprüft oder geändert werden.

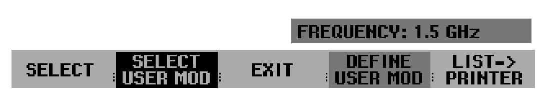



➢ Den Softkey DEFINE USER MOD drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Eingabe der Frequenz, des Kabelverkürzungsfaktors und der Kabeldämpfung.

➢ FREQUENCY... auswählen und mit der Taste ENTER bestätigen.

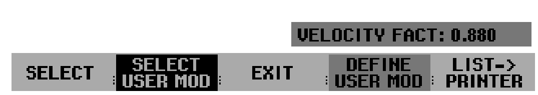
➢ Die Frequenz für die Kabelparameter mit der ENTER-Taste bestätigen oder eine neue Frequenz eingeben.




➢ Den Softkey DEFINE USER MOD drücken.

➢ Im Menü VELOCITY FACTOR... auswählen und mit der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH zeigt im Werteingabefeld den augenblicklichen Verkürzungsfaktor an.



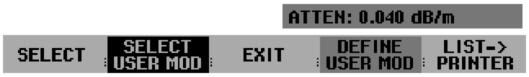

➢ Einen neuen Verkürzungsfaktor eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey DEFINE USER MOD bestätigen.

Der Verkürzungsfaktor kann zum Beispiel dem Datenblatt des verwendeten Kabels entnommen werden.

➢ Den Softkey DEFINE USER MOD drücken.

➢ Im Menü ATTENUATION... auswählen und mit der ENTER-Taste bestätigen.

Der R&S FSH zeigt im Werteingabefeld die augenblickliche Kabeldämpfung in dB/m oder dB/ft an, je nachdem welche Längeneinheit im Setup-Menü eingestellt ist.




➢ Eine neue Kabeldämpfung eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey DEFINE USER MOD bestätigen.

Die Dämpfung des verwendeten Kabels kann zum Beispiel aus dessen Datenblatt entnommen werden.

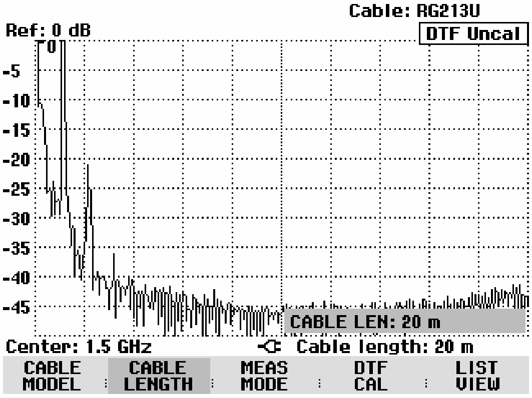
**Vorauswahl der Kabellänge:**

Die Kabellänge verwendet der R&S FSH zur optimalen Einstellung des Frequenzbereichs für die Messung. Je länger das zu vermessende Kabel ist, desto kleiner ist der Frequenzbereich, den der R&S FSH benutzt. Zusätzlich berechnet er aus dem eingestellten Kabelmodell und der Länge die Dämpfung des Kabels, um die Höhe der Reflexion richtig zu messen. Bei der graphischen Darstellung des Messergebnisses skaliert er die X-Achse entsprechend der gewählten Kabellänge.

Wird eine Kabellänge im Vergleich zur tatsächlichen Kabellänge zu kurz eingegeben, stellt der R&S FSH die Fehlstellen nicht über die gesamte tatsächliche Kabellänge dar. Eine Reflexion am Ende des Kabels ist nicht erkennbar. Eine zu kurz eingestellte Kabellänge kann aber dann sinnvoll sein, wenn eine hohe Genauigkeit des Abstandes einer Fehlstelle nahe der Messebene erzielt werden soll. Wenn die Kabellänge zu lang eingestellt ist, sind die Messwerte außerhalb der tatsächlichen Kabellänge nicht verwertbar, da sie durch Mehrfachreflexion verursacht sind. Bei nicht genau bekannter Länge des Kabels ist zu empfehlen die Länge etwa 20 bis 50 % größer zu wählen als die vermutete Länge des Kabels.

➢ Den Softkey CABLE LENGTH drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Kabellänge (CABLE LEN) und zeigt die gerade eingestellte Kabellänge in Meter oder Fuß an. Die Längeneinheit hängt von der mit SETUP: LOCAL SETTINGS: UNIT OF LENGTH gewählten Längeneinheit ab.



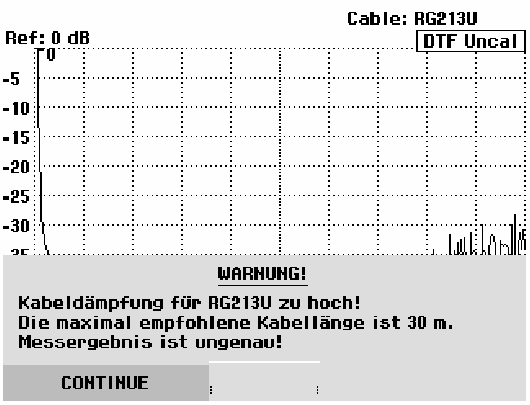

➢ Mit den numerischen Tasten eine Kabellänge in Meter eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder einer der Einheitentasten abschließen oder

➢ Mit dem Drehrad (1-m-Schritte) oder den Cursortasten (10-m-Schritte) die Kabellänge verändern.

Die minimale Kabellänge ist 3 m oder 10 Fuß. Sie ist bestimmt durch den maximalen Frequenzbereich des R&S FSH. Die maximal eingebbare Kabellänge ist 1000 m. Die maximale Kabellänge, mit der sinnvoll gemessen werden kann, hängt von der Kabeldämpfung ab. Da das Messsignal das Kabel zweimal durchlaufen muss, kommt das am Ende des Kabels reflektierte Signal mit der doppelten Kabeldämpfung abgeschwächt am Eingang des Leistungsteilers an. Damit verringert sich die Messdynamik mit zunehmender Kabellänge.

Wenn die einfache Kabeldämpfung 10 dB überschreitet, gibt der R&S FSH eine Warnung aus mit dem Hinweis, dass die Kabeldämpfung zu hoch ist. Er gibt dabei auch die Kabellänge an, bei der noch genaue Messergebnisse zu erwarten sind.

Mit CONTINUE wird die Eingabe übernommen.




## Wahl des Frequenzbereichs

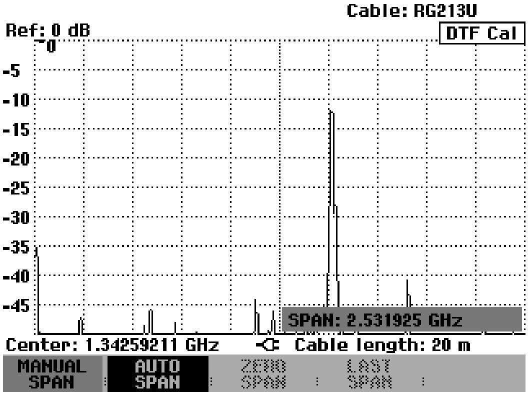
In der Grundeinstellung wählt der R&S FSH den Frequenzbereich um die eingestellte Mittenfrequenz abhängig von der Kabellänge und dem Kabelmodell automatisch aus. Er wählt dabei den Frequenzbereich so, dass eine maximale Längenauflösung erzielt wird.

Das kann vor allem bei relativ kurzen Kabeln dazu führen, dass der Frequenzbereich, in dem das Kabel spezifiziert ist, überschritten wird. Deshalb bietet der R&S FSH die Möglichkeit den Frequenzbereich vorzugeben, in dem die Kabelfehlstellenmessung durchgeführt wird. Die Längenauflösung der Messung wird allerdings durch die Verwendung von kleineren Frequenzbereichen reduziert.

Bei der Einstellung des Frequenzbereichs ist empfehlenswert zuerst den Span und dann die Mittenfrequenz einzustellen. Damit vermeidet man die Meldung, dass die gewünschte Mittenfrequenz bei dem momentan für die Kabelfehlstellenmessung verwendeten Span nicht einstellbar ist.

- Die Taste Span drücken.

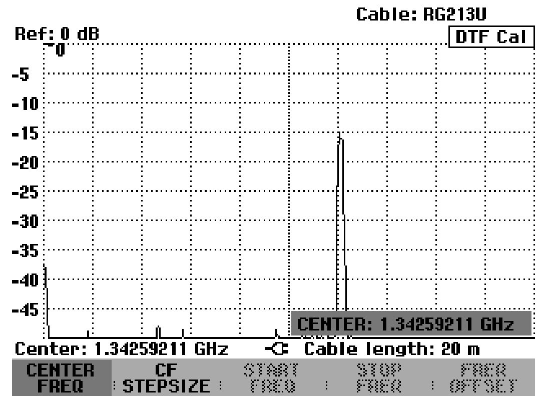
Der R&S FSH zeigt das Span-Menü für die DTF-Messung an. Wenn die automatische Einstellung des Spans gewählt ist, ist der Softkey AUTO SPAN grün hinterlegt. Durch Drücken des Softkeys AUTO SPAN stellt der R&S FSH den Span für die beste Längenauflösung ein. Wenn bei der augenblicklichen Mittenfrequenz der dazu notwendige Span zu gross ist, stellt er die Mittenfrequenz auf die kleinstmögliche Frequenz.




- Die Taste MANUAL SPAN drücken.
- Durch Zifferneingabe, mit den Cursortasten oder dem Drehrad den gewünschten Span einstellen.
- Die Einstellung mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken auf den Softkey MANUAL SPAN übernehmen.

Der minimal einstellbare Span ist 1/10 des automatisch bei AUTO SPAN vom R&S FSH eingestellten Spans oder 200 MHz (der jeweils kleinere Wert). Grössere Spans als die bei AUTO SPAN vom R&S FSH eingestellte sind nicht zuglassen. Beim Versuch kleinere oder größere Spans einzustellen meldet der R&S FSH „Minimum erreicht“ bzw. „Bereichsüberschreitung“.

- Die Taste FREQ drücken.
- Mit den Zifferntasten, den Cursortasten oder dem Drehrad die gewünschte Frequenz eingeben.
- Die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey CENTER FREQ abschließen.




## Kalibrierung der Messanordnung

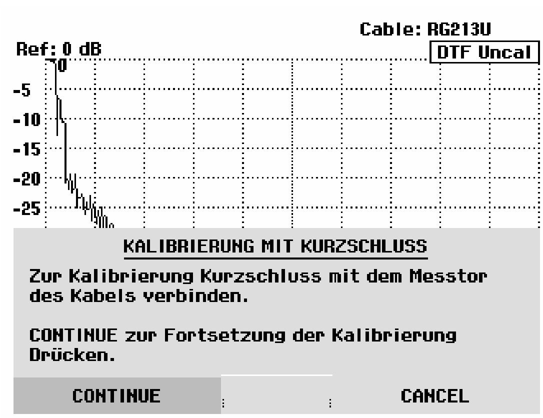
Vor der Messung muss die Messanordnung kalibriert werden. Dazu ist am Ausgang des 1-m-Messkabels ein Kurzschluss (SHORT) notwendig. Der Kurzschluss kann auch durch einen Leerlauf ersetzt werden. Bei Kalibrierung mit einem Leerlauf ist jedoch mit höheren Messunsicherheiten zu rechnen, da dieser nicht so genau definiert ist wie der Kurzschluss.

*Hinweis:* *Die Bezugsebene muss der Ausgang des 1-m-Messkabels sein; d. h. das Messkabel darf nicht weggelassen werden. Wenn als Bezugsebene der Ausgang der Messbrücke gewählt wird, ergibt die DTF-Messung keine sinnvollen Ergebnisse.*

- Den Softkey DTF CAL drücken.

Der R&S FSH öffnet ein Text-Fenster, in dem er zum Abschluss des Messkabels mit einem Kurzschluss auffordert.

- Am Ausgang des Messkabels den Kurzschluss (SHORT) fest anschrauben.
- Mit den Softkeys CONTINUE die Kurschlusskalibrierung starten.
- Mit CANCEL kann die Kalibrierung abgebrochen werden.



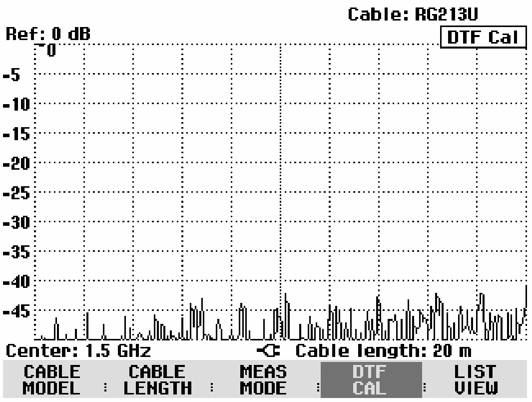

Während der Kurzschlusskalibrierung meldet der R&S FSH "Kalibrierung mit Kurzschluss, bitte warten...".

Die Kalibrierung kann mit dem Softkey CANCEL abgebrochen werden.



Nach Abschluss der Kalibrierung zeigt der R&S FSH oben rechts am Bildschirm DTF CAL an. Der Softkey REFLECT CAL ist als Hinweis auf den kalibrierten Zustand grün hinterlegt.

Die Messkurve zeigt die Reflexionen des Kabels über dem Abstand von der Messebene an.



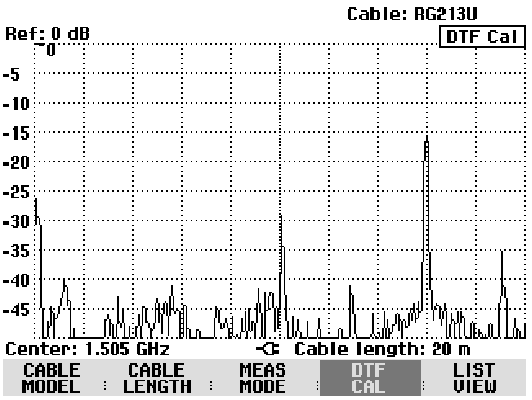

**Hinweis zur Kalibrierung:**

Der R&S FSH führt die Kalibrierung über den gesamten Frequenzbereich durch. Damit kann auf eine erneute Kalibrierung nach Änderung der Kabellänge verzichtet werden. Die Kalibrierdaten werden im Speicher des R&S FSH abgelegt, so dass auch nach Umschalten in eine andere Betriebsart oder Ausschalten des Gerätes die Kalibrierung erhalten bleibt. Voraussetzung für eine gültige Kalibrierung ist allerdings, dass sich die Gerätetemperatur nach der Kalibrierung um nicht mehr als 5 °C ändert. Ist dies der Fall, so weist der R&S FSH durch einen roten Punkt vor der Ausgabe • DTF auf einen erhöhten Messfehler hin. Eine Neukalibrierung ist dann zu empfehlen.

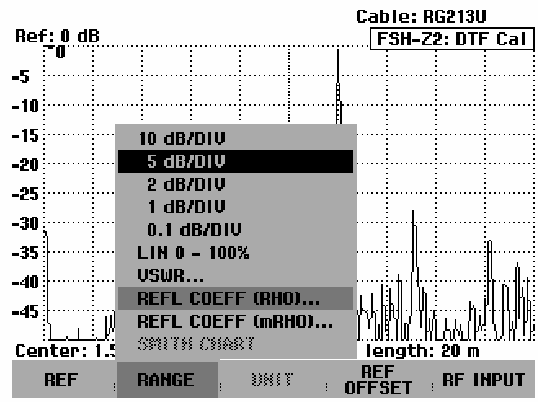
- Den Kurzschluss vom Messkabel abschrauben.
- Das zu vermessende Kabel an das Messkabel anschrauben.

Der R&S FSH zeigt die Reflexionen des zu messenden Kabels an. Als Beispiel ist hier ein ca. 15 Meter langes Kabel gezeigt, das nach 5 Metern mit einer Kupplung gestückelt ist. Das Ende des Kabels ist mit einem 3-dB-Dämpfungsglied abgeschlossen.

Die Reflexion des Abschlusses am Ende des Kabels zeigt der R&S FSH mit einer Reflexionsdämpfung von ca. 7 dB bei ca. 15,7 Meter an. Die Kupplung ist z. B. bei 5 m mit 20 dB Reflexionsdämpfung zu erkennen. Auf der linken Seite der Messkurve ist die Anpassung des Übergangs zum vermessenen Kabel zu erkennen.



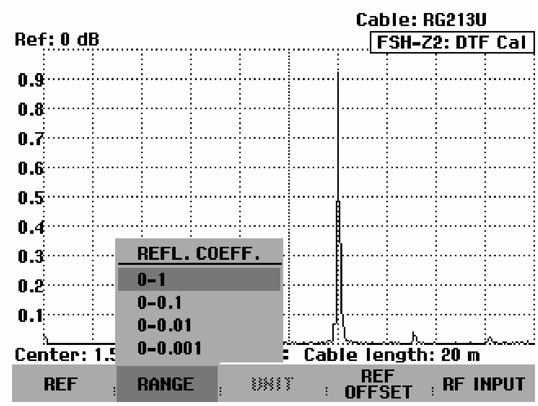
**Auswahl der Anzeigeeinheit:**




- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey RANGE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü zur Auswahl der Anzeigebereiche. Für die Kabelfehlstellenmessung stehen folgende Anzeigeeinheiten zur Verfügung: Rückflussdämpfung in dB, linear in %, Stehwellenverhältnis (VSWR), Reflexionsfaktor (REFL COEFF (ROH)) sowie Reflexionsfaktor (REFL COEFF (mROH)). Die gewünschte Anzeigeeinheit mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad auswählen.

**Hinweis:**
Für die Rückflussdämpfung sowie die lineare Anzeige wird die Skalierung direkt ausgewählt. Für alle anderen Einheiten öffnet sich ein Auswahlfenster für die Skalierung des Anzeigebereiches. Die gewünschte Anzeigeeinheit mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad auswählen.




Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch Drücken des Softkeys RANGE anschließen.

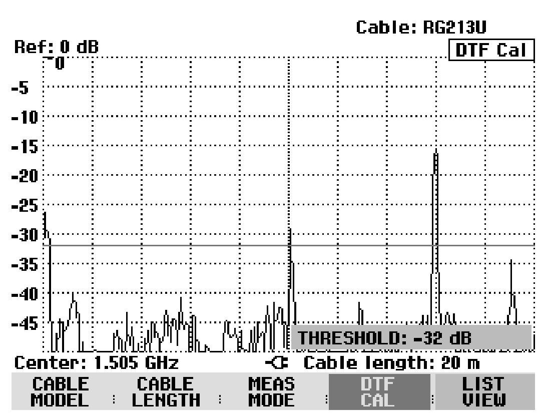
Der R&S FSH zeigt nun z. B. den Reflexionsfaktor des zu vermessenen Kabels über die Kabellänge an.

Die Kabelfehlstellen kann der R&S FSH auch in einer Liste ausgeben. Er zeigt alle Reflexionen, die einen vorgebbaren Schwellwert überschreiten mit der Höhe der Reflexionsdämpfung und dem Abstand von der Messebene an.

- Den Softkey LIST VIEW im Menü Distance to Fault drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld für die Schwelle (Threshold) und zeigt zugleich die Schwelle mit einer horizontalen Linie im Messdiagramm an.

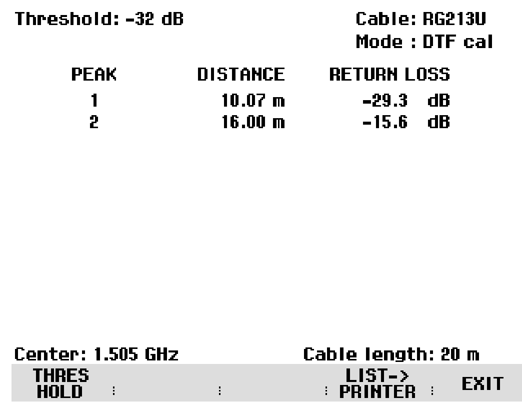
- Die Schwelle mit den Cursortasten (5-dB-Schritte), dem Drehrad (1-dB-Schritte) oder durch numerische Eingabe mit den Zahlentasten einstellen.



- Die ENTER-Taste drücken oder den Softkey LIST VIEW nochmals drücken.

Der R&S FSH zeigt die Tabelle mit allen Reflexionen über dem Schwellwert sortiert nach Abstand von der Messebene an.

- Zur Veränderung der Schwelle bei tabellarischer Anzeige den Softkey THRESHOLD drücken und neuen Wert eingeben.
- Mit LIST->PRINTER die Liste auf einen angeschlossenen Drucker ausgeben.
- Um die Liste zu schließen und zur graphischen Anzeige zurückzukehren den Softkey EXIT drücken.




## Lokalisierung von Kabelfehlstellen mit dem Marker

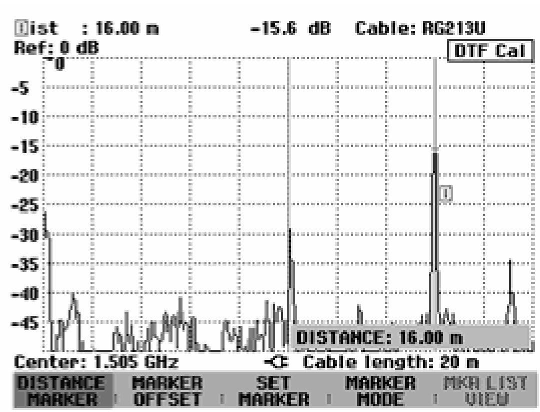
Die Kabelfehlstellen oder der Abstand zwischen zwei Fehlstellen können auch mit dem Marker vermessen werden.

- Die Taste MARKER drücken.

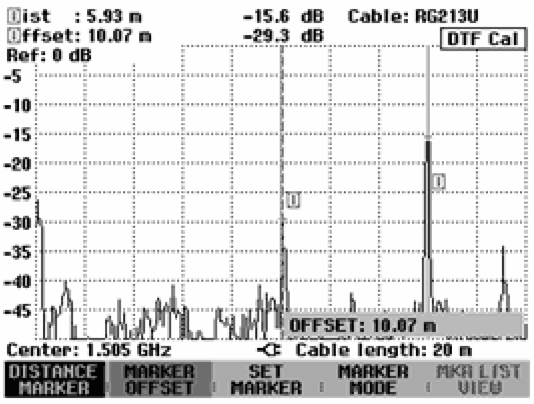
Der R&S FSH öffnet das Markermenü und setzt den Marker auf die größte Fehlstelle. Im Ausgabefeld für den Marker gibt er den Abstand der Fehlstelle von der Messebene in Metern und deren Reflexionsdämpfung aus.

Die Markerausgabe für den Abstand von der Messebene ist umbenannt in "Dist". Der Marker ist für eine Eingabe aktiviert (Werteingabefeld DISTANCE).

- Den Distance-Marker durch Eingabe eines Zahlenwerts, Drehen am Drehrad (pixelweise) oder mit den Cursortasten (in 10 %-Schritten vom Darstellbereich) verändern.



Die Bezugsebene zur Messung des Abstands einer Reflexion kann mit dem Marker Offset neu festgelegt werden.




➢ Zur Festlegung einer neuen Bezugsebene für den Marker den Softkey MARKER OFFSET drücken.

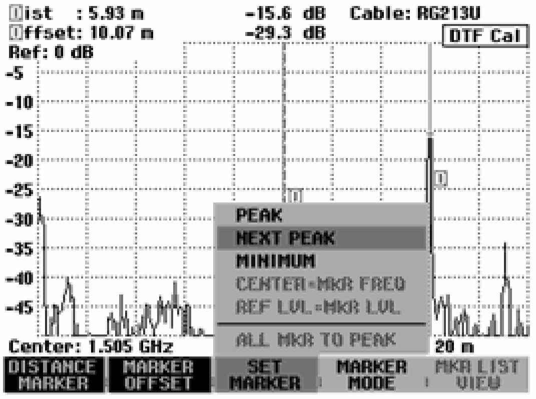
Der R&S FSH schaltet den Abstandsmarker (OFFSET) ein und setzt ihn an den Anfang der Messkurve. Im Ausgabefeld für den Offsetmarker gibt er den Abstand von der Messebene in Metern und deren Reflexionsdämpfung aus. Der Marker (Distance Marker) gibt nun den Abstand vom Marker Offset aus.

Der Marker für den Abstand vom Distance Marker ist umbenannt in "Offset". Er ist für eine Eingabe aktiviert (Werteingabefeld OFFSET).

➢ Den Offset-Marker durch Eingabe eines Zahlenwerts, Drehen am Drehrad (pixelweise) oder mit den Cursortasten (in 10 %-Schritten vom Darstellbereich) verändern.

Wie bei der Spektrumanalyse bietet der R&S FSH Funktionen an, um den Marker oder den Marker Offset auf der Messkurve automatisch zu positionieren. Diese sind unter dem Softkey SET MARKER zusammengefasst.

➢ Den Softkey SET MARKER drücken.




Der R&S FSH öffnet das Untermenü zum automatischen Setzen des aktiven Markers.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Menüpunkt auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys SET MARKER bestätigen.

Der R&S FSH bietet folgende Funktionen an:

- PEAK setzt den aktiven Marker an die Position der höchsten Reflexion der Messkurve.
- NEXT PEAK setzt den aktiven Marker ausgehend von der aktuellen Position auf die nächstgrößte Reflexion der Messkurve.

Für eine höhere Auflösung der Kabelfehlstellen ist eine Zoom-Funktion verfügbar. Damit sind vor allem bei langen Kabeln eng beieinander liegende Fehlstellen besser unterscheidbar.

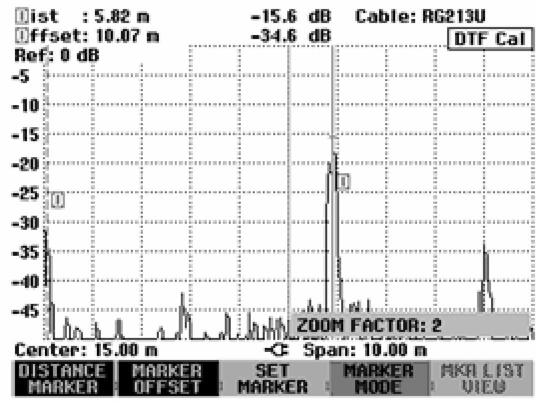
➢ Den Marker auf die näher zu untersuchende Fehlstelle im Kabel setzen.

➢ Den Softkey MARKER MODE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ZOOM ON auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.

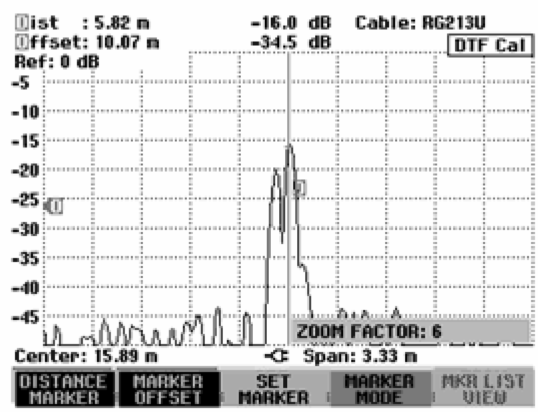
Der R&S FSH stellt die Kabelfehlstelle um den Faktor 2 gedehnt dar. Den Dehnungsfaktor zeigt er im Werteingabefeld an (hier ZOOM FACTOR: 2)




➢ Den Dehnungsfaktor mit dem Drehrad oder durch Werteingabe erhöhen, um die Fehlstelle noch höher aufzulösen.

Der zugelassene Dehnungsfaktor ist abhängig von der gewählten Kabellänge. Der minimale Darstellbereich ist 3 m.

Der nebenstehende Bildschirmabzug zeigt die Fehlstelle aus der vorhergehenden Messung um den Faktor 6 gedehnt an.
Fehlstellen vor allem am Ende des Kabels sind damit gut auflösbar.




Die Zoom-Funktion wie folgt wieder ausschalten:

➢ Im Marker-Menü den Softkey MARKER MODE drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ZOOM OFF auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys MARKER MODE bestätigen.

**Messung von Mehrfachfehlstellen mit dem Multi-Marker:**

Bei mehreren Fehlstellen kann mit der Multi-Marker-Funktion jede gezielt mit je einem Marker (Distance Marker) angefahren werden.

➢ Den Softkey MARKER MODE drücken.

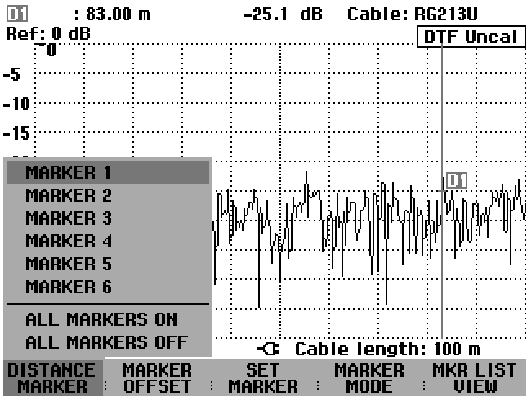
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt MULTI MARKER auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MARKER MODE bestätigen.

➢ Den Softkey DISTANCE MARKER drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Auswahl eines Markers aus den 6 verfügbaren Markern.

Folgende Aktionen sind nun möglich:




- ➢ Mit der ENTER-Taste den hinterlegten Marker als aktiven Marker auswählen.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten einen Marker auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste bestätigen.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Menüpunkt ALL MARKERS ON auswählen.

Der Spectrum Analyzer R&S FSH schaltet alle Marker ein und positioniert sie auf die größten Werte der Messkurve.

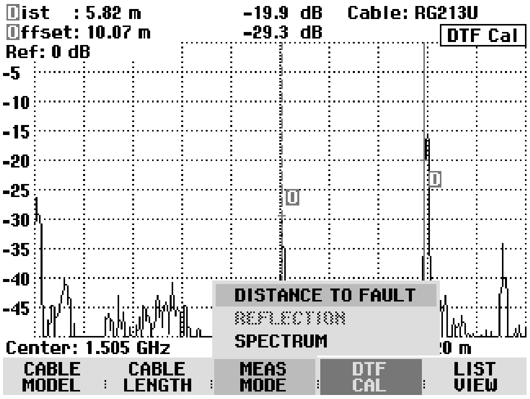
Nachdem ein Marker eingeschaltet wurde, zeigt der R&S FSH dessen Position im Werteingabefeld an. Diese kann nun durch Eingabe eines Abstands mit den Zifferntasten (z.B. 11.5 m), durch pixelweise Bewegung des Markers mit dem Drehknopf oder mit den Cursortasten in 10%-Schritten der dargestellten Kabellänge bewegt werden. Zur schnellen Positionierung des Markers an eine bestimmten Stelle ist die Grobeinstellung mit den Cursortasten und anschließende Feineinstellung mit dem Drehrad empfehlenswert.

Das Eingabefeld für die Markerposition wird bei Bestätigung der Markerposition mit der ENTER-Taste geschlossen.
Der Offset Marker erlaubt die Bezugsebene für die Abstandsmessung mit den Markers zu ändern. Nach setzen des Offset-Markers bezieht der R&S FSH alle Abstandsangaben der Marker auf die Position des Offset-Markers.

Die automatische Positionierung eines Markers (PEAK, NEXT PEAK, MINIMUM) bezieht sich immer auf den aktiven Marker. Der aktive Marker ist vor der jeweiligen Einstellfunktion angegeben (Beispiel: D1: PEAK). Ebenso führt der R&S FSH die Zoom-Funktion an der Stelle des aktiven Markers aus.

## Messung des Spektrums und der Kabelreflexion

Neben der Kabelfehlstellenmessung bietet der R&S FSH mit denselben Einstellungen wie Mittenfrequenz und Frequenzdarstellbereich auch eine Übersichtmessung für das Frequenzspektrum und die Reflexion an. Die Spektrumsdarstellung ist zur Überprüfung auf Fremdeinstreuungen nützlich. Externe Signale zum Beispiel von anderen Funksendern stören die Kabelfehlstellenmessung, da sie sich am HF-Eingang des R&S FSH dem Mess-Signal überlagern. Die Reflexionsmessung ist zum Beispiel zur Überprüfung der Anpassung einer am Kabelende angeschlossenen Antenne nützlich.

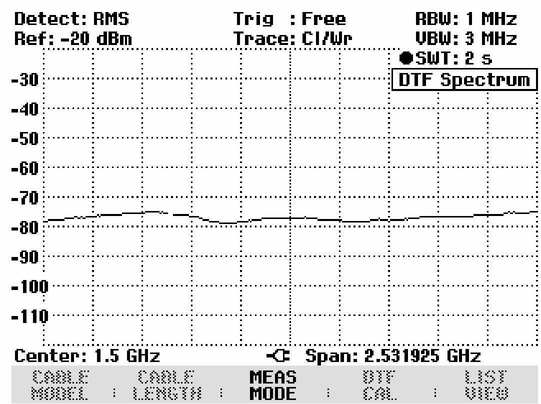



- ➢ Den Softkey MEAS MODE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die verschiedenen Messmodi in der Option an.

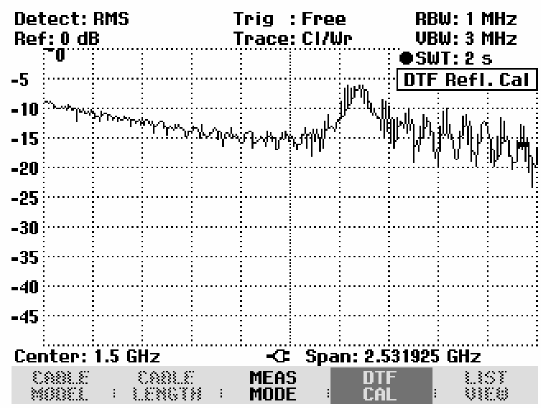
- ➢ Den gewünschten Mode mit dem Drehrad oder den Cursortasten anwählen.
- ➢ Durch nochmaliges Drücken des Softkeys MEAS MODE oder durch Drücken der ENTER-Taste die Auswahl bestätigen.

Mit der Einstellung SPECTRUM schaltet der R&S FSH den Mitlaufgenerator aus und stellt das Spektrum im Frequenzbereich der DTF-Messung dar. Als Hinweis, dass der R&S FSH in der Spektrumsdarstellung arbeitet, gibt er oben rechts am Bildschirm DTF Spectrum aus. Er verwendet ansonsten exakt die Einstellungen, die er auch für die DTF-Messung verwendet.




Die Spektrumdarstellung dient zur Überprüfung eventueller Störsignale im Frequenzbereich der DTF-Messung. Diese können vor allem auftreten, wenn das zu messende Kabel mit einer Antenne abgeschlossen ist.

Mit der Einstellung REFLECTION misst der R&S FSH die Reflexionsdämpfung in dem Frequenzbereich, in dem er auch die Kabelfehlstellenmessung durchführt. Dadurch kann zum Beispiel die Anpassung einer Antenne ohne Wechsel des Messaufbaus durchgeführt werden. Der R&S FSH schaltet die Messbrücke R&S FSH-Z2 bzw. R&S FSH-Z3 automatisch auf VSWR-Messung um, wenn REFLECTION gewählt ist.




Zum Hinweis, dass der R&S FSH die Reflexionsdämpfung misst, zeigt er oben rechts am Bildschirm DTF refl. cal an.

# Weitergehende Hinweise

## Einstellung des Spans

Der R&S FSHwählt bei automatischer Einstellung (AUTO SPAN) den Span abhängig von der eingegebenen Kabellänge und dem Kabelmodell automatisch. Je kürzer das zu vermessende Kabel ist, desto größer ist der gewählte Span. Wenn die Mittenfrequenz für eine gegebene Kabellänge zu hoch oder zu niedrig ist, passt er diese automatisch an den notwendigen Span an.
Den Span berechnet der R&S FSH wie folgt aus der Kabellänge:

$$\text{Span} = 1023 \cdot \frac{c_0 \cdot v_r}{2 \cdot CL} \cdot \frac{1024}{2048},$$

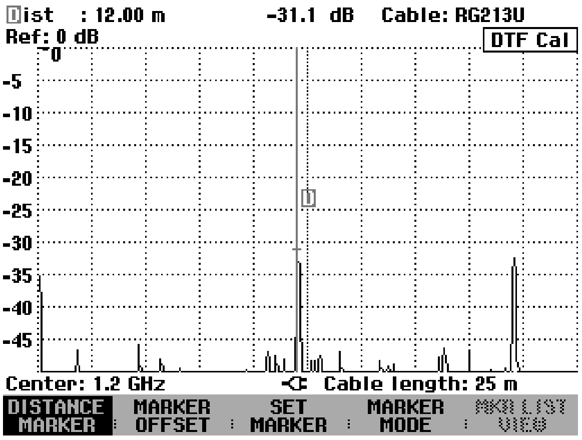
wobei
$c_0$ = Lichtgeschwindigkeit
$v_r$ = Verkürzungsfaktor des Kabels
CL = Kabellänge
1024 = Anzahl der berechneten Punkte
2048 = Anzahl der aufgenommen Punkte für die inverse Fouriertransformation

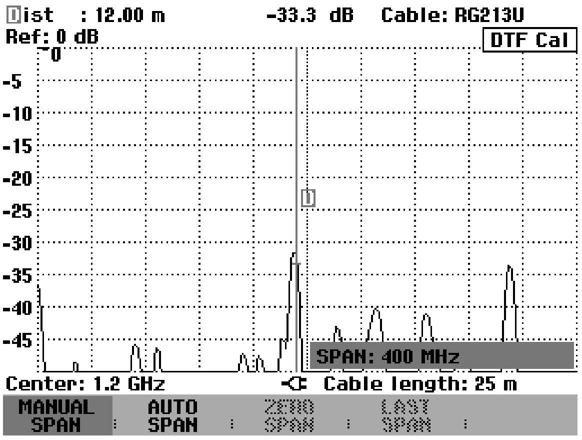
Wenn bei kurzen Kabellängen der 3-GHz-Frequenzbereich der R&S FSH nicht ausreicht, um den nach obiger Formel berechneten Span einzustellen, berechnet er entsprechend weniger Punkte für die Kabelfehlstellendarstellung.

Bei manueller Einstellung des Spans berechnet der R&S FSH wie bei automatischer Einstellung 1024 Punkte. Da jedoch aufgrund des eingeschränkten Frequenzbereichs nicht alle 1024 Punkte nutzbar

sind, stellt er nur soviel Punkte dar, wie es der eingestellte Span zulässt. Damit verringert sich die Längenauflösung bei Reduzierung des Spans.

Die folgenden zwei Bildschirmabzüge zeigen die Messung der Fehlstellen der Fehlstellen eines 22 m langen Kabels bei 25 m eingestellter Kabellänge einmal gemessen mit automatischer Einstellung des Spans und einmal mit auf 400 MHz reduzierten Span. Bei beiden Messungen ist deutlich die bei 12 m verwendete Kabelkupplung und das mit einem 50-Ohm-Abschluss versehene Ende des Kabels zu erkennen.




Messung mit automatischer Einstellung des Spans (Span = 2,025 GHz)

Messung mit 400 MHz Span

Die rechte Messkurve zeigt die Störstelle am Ende des Kabels deutlich breiter an als die linke mit optimalem Span gemessene. Der Grund ist die reduzierte Punktezahl bei der Berechnung mit reduziertem Span. Die Punkte bei reduziertem Span werden nach folgender Formel berechnet:

$$N = \frac{SPAN}{AUTOSPAN} \cdot 1024 ,$$

wobei
N = Anzahl der Messpunkte
SPAN = manuell eingestellter Span
AUTOSPAN = Span, den der R&S FSH bei automatischer Einstellung des Spans benutzt.

Im obigen Messbeispiel beträgt damit die Auflösung 202 Punkte für 25 m Kabellänge, d. h. der Abstand ist ca. 12,4 cm zwischen zwei Messpunkten.

## Wahl der Mittenfrequenz

Die Mittenfrequenz des R&S FSH sollte möglichst der Betriebsfrequenz des zu vermessenden Kabels angepasst werden (zum Beispiel der Sendefrequenz der am Ende des Kabels angeschlossenen Antenne). Die Kabeldämpfung steigt zu höheren Frequenzen hin an. Das bedeutet, dass sowohl die hinlaufende als auch die am Kabelende oder an Fehlstellen reflektierte Welle bei höheren Frequenzen mehr gedämpft werden. Das schränkt den Dynamikbereich zu höheren Mittenfrequenzen hin ein. Diese sollte daher nicht höher als notwendig gewählt werden.

Bei kurzen Kabellängen und automatischer Einstellung des Frequenzdarstellbereichs benutzt der R&S FSH seinen gesamten Frequenzbereich für die Messung. Dabei wählt er automatisch 1,505 GHz als Mittenfrequenz.

Nach Reduzierung des Frequenzdarstellbereichs kann der R&S FSH auf die gewünschte Mittenfrequenz gestellt werden.

## Messablauf

Der R&S FSH führt einen Sweep über 1024 Messpunkte durch, um das Summensignal aus hinlaufender Welle und rücklaufender Welle zu messen. Das Summensignal im Frequenzbereich transformiert er in den Zeitbereich mit Hilfe der inversen FFT (IFFT). Die Länge der IFFT ist 2048 Punkte. Dazu wird der Datensatz durch Auffüllen von Nullen (Zero-Padding) auf 2048 Punkte erweitert und mit einem Hamming-Fenster bewertet, bevor er die IFFT durchläuft. Das Ergebnis der IFFT korrigiert der R&S FSH mit den Korrekturwerten aus der Kalibrierung.

Anschließend errechnet er aus den Kabelparametern, der Lichtgeschwindigkeit und dem Frequenzbereich das Ergebnis der IFFT in Längeneinheiten um. Zusätzlich berücksichtigt er die Dämpfung des zu messenden Kabels, um die Stoßstellen pegelrichtig darzustellen.

## Längen-Messgenauigkeit

Die Längen-Messgenauigkeit ist im Wesentlichen durch die Abweichung der Kabeldaten aus dem Kabelmodell von den realen Kabeldaten bestimmt. Diese können je nach Kabel eine Toleranz von bis zu 10 % aufweisen. Die Abweichung geht direkt in den Messfehler ein. Ein zweiter Einflussfaktor ist die Displayauflösung des R&S FSH. Die Unsicherheit daraus beträgt ± 1/2 Pixel oder 1/2 x (Länge/301).

# Benutzung von Grenzwertlinien

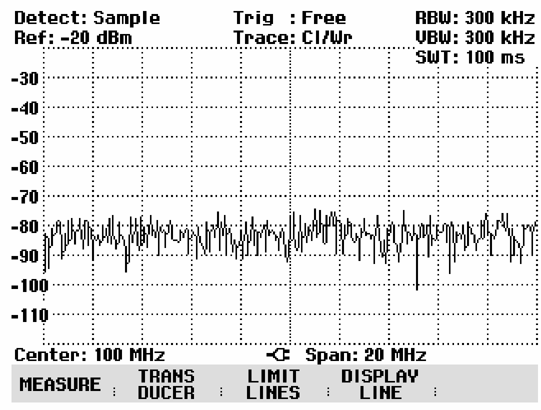
Grenzwertlinien werden verwendet, um am Bildschirm Pegelverläufe über der Zeit oder der Frequenz zu markieren, die nicht unter- oder überschritten werden dürfen. Sie kennzeichnen z. B. die Obergrenzen von Störaussendungen oder Nebenwellen, die für ein Messobjekt zulässig sind. Der untere und der obere Grenzwert ist beim R&S FSH durch je eine Grenzwertlinie vorgebbar. Ein Spektrum oder ein Pegelverlauf im Zeitbereich (Span = 0 Hz) kann damit entweder visuell oder durch automatische Prüfung auf Unter- bzw. Überschreitung kontrolliert werden.

Eine Grenzwertlinie ist durch mindestens zwei und maximal 25 Wertepaare (Stützpunkte) für die x-Achse (Frequenz, Zeit oder Länge) und die y-Achse (Pegel) bestimmt. Die einzelnen Stützpunkte verbindet der R&S FSH durch gerade Linien. Die x-Achsenstützpunkte können in absoluten Einheiten (z.B. Frequenz in MHz) oder relativen Einheiten bezogen auf die Mitte des Messwertdiagramms (z.B. Mittenfrequenz) definiert sein. Relative Einheiten sind zum Beispiel bei der Messung von modulierten Aussendungen hilfreich. Bei Änderung der Mittenfrequenz bleibt die Maske am Bildschirm erhalten. Die y-Achsenstützpunkte sind immer Dezibel-Einheiten. Bei linearer Skalierung der y-Achse (Einheit V oder W) schaltet der R&S FSH automatisch auf die entsprechende Dezibel-Einheit um, nachdem eine Grenzwertlinie eingeschaltet wurde.

Die Definition von Grenzwertlinien erfolgt mit Hilfe der Steuersoftware FSH View. Die Grenzwertlinien werden über die RS-232-Schnittstelle in den Speicher des R&S FSH geladen. Der R&S FSH kann maximal 100 Grenzwertlinien gleichzeitig im internen Speicher halten. Bei gleichzeitig gespeicherten Transducerfaktoren, Kanaltabellen, Kabelmodellen oder Datensätzen verringert sich ggf. die maximale Anzahl der Grenzwertlinien (siehe dazu Kapitel 4 "Abspeichern und Laden von Geräteeinstellungen und Messergebnissen").

**Bedienung:**

- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey LIMIT LINES drücken.

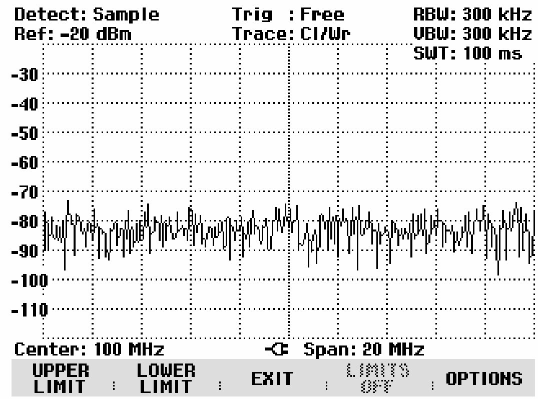



Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü für die Bedienung der Grenzwertlinien an.

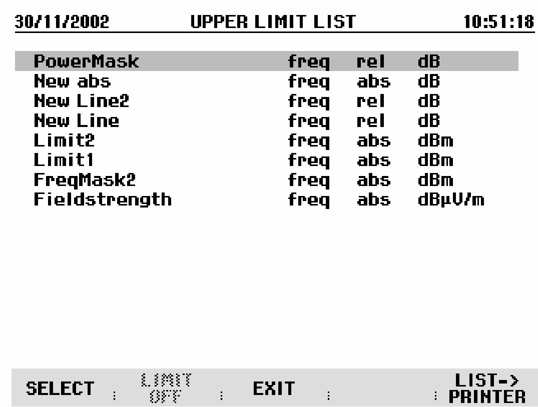
*Hinweis:* *Bei der Messung mit dem Power Sensor R&S FSH-Z1 sind keine Grenzwertlinien verfügbar. Der Softkey LIMIT LINES ist daher ausgeblendet.*

Der R&S FSH unterscheidet zwischen oberen Grenzwertlinien (UPPER LIMIT) und unteren Grenzwertlinien (LOWER LIMIT). Bei einer oberen Grenzwertlinie prüft der R&S FSH, ob ein Messwert die Grenzwertlinie überschreitet. Bei einem unteren Grenzwert überprüft er dessen Unterschreitung. Im R&S FSH gespeicherte Grenzwertlinien können sowohl als obere als auch als untere Grenzwerte verwendet werden.

➢ Je nach Anwendung den Softkey UPPER LIMIT oder LOWER LIMIT drücken.




Der R&S FSH zeigt die Liste der verfügbaren Grenzwertlinien an. Wenn noch keine Grenzwertlinie eingeschaltet ist, ist der erste Grenzwert der Liste hinterlegt. Bei einer bereits eingeschalteten Grenzwertlinie, steht der Auswahlcursor auf dem entsprechenden Eintrag. Wenn keine Grenzwertlinie im R&S FSH gespeichert ist, erscheint die Meldung 'NO LIMIT LINES'.




Die Einheit der Grenzwertlinie muss mit der Einheit der X-Achse der augenblicklichen Einstellung übereinstimmen. Als Hinweis auf die Einheit der einzelnen Grenzwertlinien ist jeder Eintrag neben dem Namen, mit dem Bereich gekennzeichnet:

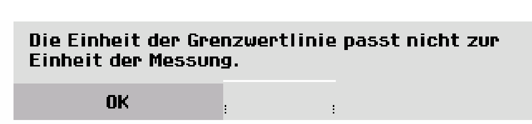
| | |
|---|---|
| freq | Frequenzbereich (Messung des Spektrums) |
| time | Zeitbereich (Messung bei Zero-Span) |
| dist | Abstand (Distance to Fault Messung) |

Weiterhin ist angegeben, ob die Grenzwertlinie absoluten Frequenzen, Zeiten oder Abständen zugeordnet ist (abs), oder ob sie relativ zur Mitte der X-Achse (rel) definiert ist. In der letzten Spalte ist die Einheit angegeben, in der die Grenzwertlinie definiert ist.

**Einschalten einer Grenzwertlinie:**

➢ Aus den angebotenen Grenzwertlinien die gewünschte Grenzwertlinie mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad auswählen.

Wenn die gewählte Grenzwertlinie nicht zur augenblicklichen Einheit der x-Achse passt, gibt der R&S FSH die Meldung "Die Einheit der Grenzwertlinie passt nicht zur Einheit der Messung" aus. Der R&S FSH schaltet die Grenzwertline nicht ein.




➢ Mit SELECT die ausgewählte Grenzwertlinie einschalten.

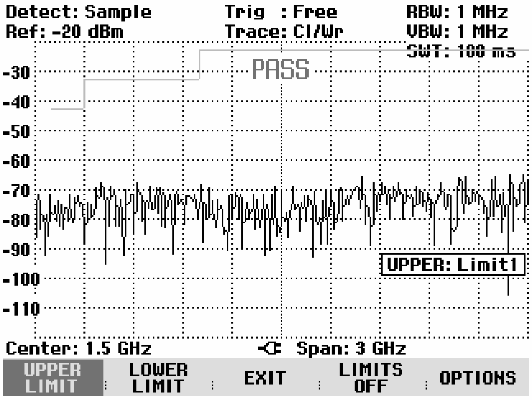
**Ausschalten einer Grenzwertlinie:**

➢ Mit dem Softkey LIMIT OFF die Grenzwertlinie ausschalten.

**Liste der Grenzwertlinien verlassen:**

➢ Mit dem Softkey EXIT die Liste der Grenzwertlinien schließen.

Nachdem eine Grenzwertlinie eingeschaltet wurde, kehrt der R&S FSH zum Menü für die Grenzwertlinien zurück und zeigt die gewählte Grenzwertlinie im Messdiagramm an. Zusätzlich zeigt er den Namen und die Art der Grenzwertlinie an (UPPER für einen oberen Grenzwert und LOWER für einen unteren Grenzwert). Als Hinweis, dass eine Grenzwertlinie aktiv ist, ist die entsprechende Softkeybeschriftung (UPPER LIMIT oder LOWER LIMIT) grün hinterlegt.




Bei Verlassen des Menüs für die Grenzwertlinien mit EXIT oder einer Taste, die ein anderes Menü zur Folge hat, verschwindet die Anzeige für die Grenzwertlinie wieder. Durch Aufruf des Menüs für die Grenzwertlinien sind damit schnell die Namen und die Art der verwendeten Grenzwerte abrufbar.

Alle aktiven Grenzwertlinien lassen sich mit dem Softkey LIMITS OFF auf einmal ausschalten.

## Messen mit Grenzwertlinien

Während der Messung überprüft der R&S FSH nach jedem Frequenzablauf die Messkurve auf Überschreitung eines oberen Grenzwerts oder Unterschreitung eines unteren Grenzwerts. Sind alle Messwerte innerhalb der vorgegebenen Grenzen, meldet er PASS in der Mitte oben im Messwertdiagramm. Überschreitet auch nur ein Messwert (= Pixel der Messkurve) einen Grenzwert, meldet er FAIL. Solange keine Entscheidung über eine Grenzwertüberschreitung möglich ist, zum Beispiel weil ein Frequenzablauf noch nicht beendet ist, zeigt der R&S FSH ein '?' anstelle der PASS- oder FAIL-Meldung an.

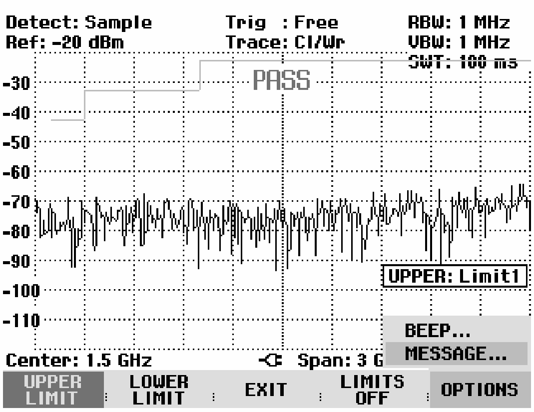
Die automatische Grenzwertüberprüfung ist im Menü OPTIONS abschaltbar oder eine Grenzwertüberschreitung kann zusätzlich akustisch gemeldet werden.

**PASS/FAIL Information:**

➢ Den Softkey OPTIONS drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten MESSAGE... auswählen.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten ON oder OFF auswählen und die Selektion mit dem Softkey OPTIONS oder der ENTER-Taste bestätigen.




Der R&S FSH schaltet die PASS/FAIL-Meldung im Messwertdiagramm aus oder ein.

**Piepser:**

➢ Den Softkey OPTIONS drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten BEEP... auswählen.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten ON oder OFF auswählen und die Selektion mit dem Softkey OPTIONS oder der ENTER-Taste bestätigen.

Bei eingeschalteten Piepser gibt der R&S FSH bei Verletzung eines Grenzwert einen Piepston ab.

## Definitionsbereich von Grenzwertlinien

Wenn eine Grenzwertlinie nicht im gesamten Frequenz- oder Zeitdarstellbereich definiert ist, erfolgt außerhalb des Definitionsbereichs keine Überprüfung.

## Laden von Datensätzen mit Grenzwertlinien

Beim Speichern von Datensätzen legt der R&S FSH die eingeschalteten Grenzwertlinien zusammen mit den restlichen Einstelldaten im internen Datenspeicher ab. Nach dem Laden eines Datensatzes stehen damit auch die Grenzwertlinien zur Verfügung. Diese erscheinen jedoch nicht in der Liste der Grenzwertlinien.

# Messen mit Transducerfaktoren

Mit Hilfe von Transducerfaktoren kann der R&S FSH das frequenzabhängige Wandlungsmaß von externen Messwandlern wie Antennen direkt in das Messergebnis einbeziehen. Ein Transducerfaktor ist gekennzeichnet durch numerische Stützwerte und eine Einheit. Der R&S FSH korrigiert die Pegelwerte der Messkurve mit dem Wert des Transducers. Zugleich nimmt die Pegelachse die Einheit des Transducers an. Bei Feldstärkemessungen mit Antennen zum Beispiel zeigt der R&S FSH damit direkt die elektrische Feldstärke in dBµV/m an. Ein Transducerfaktor kann auch verwendet werden um eine frequenzabhängige Dämpfung, z. B. eines Kabels zwischen Messobjekt und HF-Eingang des R&S FSH zu korrigieren.

Der R&S FSH kann bis zu 100 Transducerfaktoren mit je 60 Stützwerten intern speichern. Bei gleichzeitig gespeicherten Kabelmodellen, Kanaltabellen, Grenzwertlinien oder Datensätzen verringert sich ggf. die maximale Anzahl der Transducerfaktoren (siehe dazu Kapitel 4 "Abspeichern und Laden von Geräteeinstellungen und Messergebnissen").
Die Interpolation zwischen den Stützstellen erfolgt mit Hilfe eines modifizierten Spline Algorithmus. Dieser kann schon mit relativ wenigen Stützwerten wie Maxima, Minima und Wendepunkte Korrekturfaktoren von üblichen Messwandlern sehr gut nachbilden. Zwei Transducer lassen sich gleichzeitig einschalten. Der zweite muss jedoch zwingend die Einheit 'dB' haben. Der R&S FSH addiert die beiden Transducer zu einem Gesamt-Transducer.

Die Definition der Transducerfaktoren erfolgt mit Hilfe der Steuersoftware FSH View. Die Übertragung vom Steuerrechner in das Gerät erfolgt über die optische RS-232-Schnittstelle.

Die unterstützten Einheiten für Transducerfaktoren sind:

- dB
- dBµV/m
- dBµA/m
- $W/m^2$

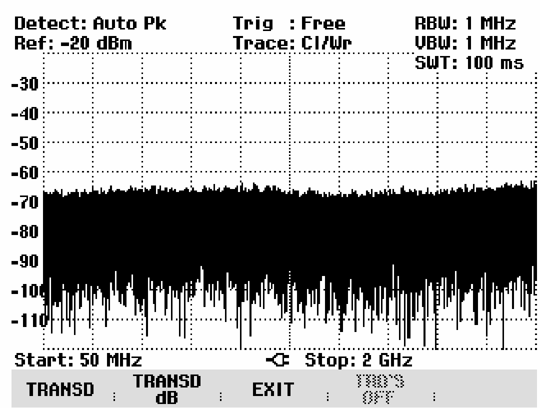
Die Einheit dB verändert die am R&S FSH eingestellte Einheit nicht. Sie ist zum Beispiel geeignet frequenzabhängige Dämpfungen und Verstärkungen am Eingang des R&S FSH auszugleichen. Die Einheit dBµV/m oder dBµA/m konvertieren die Leistung am Ausgang einer Antenne in die elektrische oder magnetische Feldstärke. Mit der Einheit $W/m^2$ wird die Leistungsflussdichte berechnet und angezeigt.

Zum Ausgleich, zum Beispiel der Dämpfung des Kabels zwischen dem Messwandler und dem HF-Eingang, kann der R&S FSH zwei Transducer gleichzeitig verwenden. Einer davon muss allerdings die Einheit dB haben, also einer Dämpfung oder Verstärkung entsprechen.

**Bedienung:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey TRANSDUCER drücken.

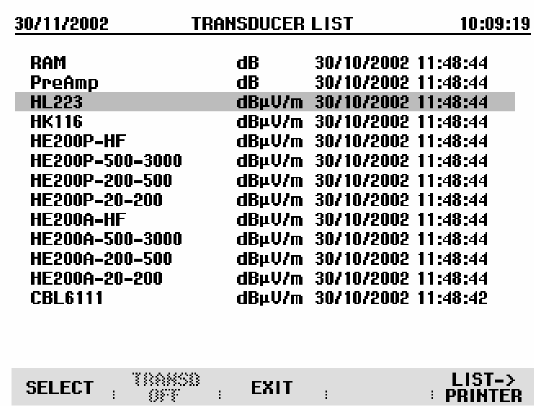



Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü für die Bedienung der Tranducerfaktoren an.

*Hinweis: Bei der Messung mit dem Tracking Generator und dem Power Sensor R&S FSH-Z1 sind keine Transducerfaktoren verfügbar. Der Softkey TRANSDUCER ist daher inaktiv.*

Mit den Softkeys TRANSD und TRANSD dB lassen sich zwei Transducerfaktoren einschalten. Mit EXIT verlässt der R&S FSH das Transducermenü, mit TRD'S OFF schaltet er alle Transducerfaktoren aus.

➢ Den Softkey TRANSD drücken.




Der R&S FSH zeigt die Liste der im Gerät verfügbaren Transducerfaktoren an. Der Cursor (Zeile dunkel hinterlegt) steht dabei auf dem aktiven Transducer-Faktor. Ist kein Tranducer aktiv, steht er auf dem ersten Eintrag.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Transducer-Faktor auswählen und mit dem Softkey SELECT einschalten.

➢ Einen aktiven Transducerfaktor mit dem Softkey TRANSD OFF ausschalten.

oder

➢ Mit dem Softkey EXIT das Transducer-Menü verlassen.

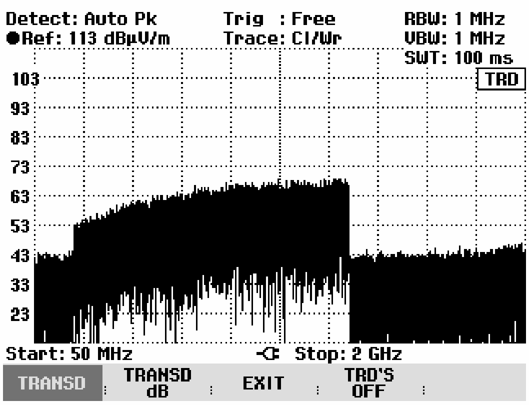
Mit LIST->PRINTER gibt der R&S FSH die Liste der Transducer-Faktoren an einen angeschlossenen Drucker aus.

Wenn ein Transducer eingeschaltet ist, zeigt der R&S FSH oben rechts am Bildschirm das Label TRD an.

Der volle Name des benutzten Transducers ist in der Statusliste angegeben (Taste Status drücken, Liste nach unten blättern) oder wird in der Liste der Transducerfaktoren angezeigt (Eintrag rot hinterlegt).

Im Beispiel (Bild rechts) ist das Wandlungsmaß der R&S HL223-Antenne als Transducer ausgewählt. Sie ist zwischen 200 MHz und 1300 MHz definiert. Der R&S FSH zeigt daher das Rauschen in diesem Frequenzbereich frequenzabhängig um das Wandlungsmaß höher an. Außerhalb des Transducerbereichs setzt der R&S FSH das Wandlungsmaß zu Null. Eine Messung in diesem Bereich führt daher zu nicht sinnvollen Ergebnissen.

Mit dem Softkey TRANSD dB ist ein zweiter Transducerfaktor einschaltbar, den der R&S FSH zum ersten addiert. Die Einheit des zweiten Transducerfaktors muss dazu immer die relative Einheit dB haben. Ansonsten wäre eine Addition nicht sinnvoll. Der R&S FSH bietet daher bei der Auswahl von TRANSD DB nur die im Gerät gespeicherten Transducerfaktoren mit der Einheit dB an.




## Einheit bei der Messung mit Transducern

Ist die Einheit des Transducers 'dB' so bleiben die Einheiten dBm, dBmV oder dBµV unverändert. Die linearen Einheiten Volt oder Watt sind allerdings nicht erlaubt. Sie sind im Menü für die Einheiten deaktiviert.

Ist die Einheit des Transducers dBµV/m oder dBµA/m bestimmt diese die Einheit auch die Einheit der Pegelanzeige des R&S FSH. Sowohl die Pegelachse des Messdiagramms als auch der Pegelwert des Markers nimmt die Einheit des Transducers an. Im Falle der Transducereinheit dBµV/m ist eine Umschaltung der Pegelausgabe in die lineare Einheit V/m möglich. Umschaltung der Einheit auf V/m:

- Die Taste AMPT drücken.
- Den Softkey UNIT drücken.
- Im Menü UNIT mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Einheit V auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder durch nochmaliges Drücken des Softkeys F3 (UNIT) bestätigen.

Wenn ein Transducer mit der Einheit dBµA/m eingeschaltet ist, ist die Auswahl der Einheit im Menü AMPT deaktiviert. Der R&S FSH zeigt Pegel immer in der Einheit dBµA/m an.

## Referenzpegeleinstellung bei der Messung mit Transducern

Der Transducer verschiebt die Messkurve frequenzabhängig um seinen Wert. Bei positiven Transducerwerten erhöht sich der Pegel, bei negativen verringert er sich. Damit sich die Messkurve immer innerhalb des Diagramms befindet, passt der R&S FSH den Referenzpegel entsprechend an. Er verschiebt den Referenzpegel um den größten Wert des Transducers in positive oder negative Richtung.

## Frequenzbereich eines Transducers

Ist der eingestellte Frequenzbereich größer als der Bereich, in dem ein Transducer definiert ist, so nimmt der R&S FSH die Transducerwerte außerhalb des Definitionsbereichs zu Null an.

## Laden von Datensätzen mit Transducerfaktoren

Beim Speichern von Datensätzen legt der R&S FSH die eingeschalteten Transducerfaktoren zusammen mit den restlichen Einstelldaten im internen Datenspeicher ab. Nach dem Laden eines Datensatzes sind damit auch die zugehörigen Transducerfaktoren eingeschaltet. Mit dem Datensatz aufgerufene Transducer erscheinen jedoch nicht in der Liste der Transducerfaktoren.

# Feldstärkemessung mit isotroper Antenne

Zusammen mit der isotropen Antenne TS-EMF (Bestellnummer 1158.9295.13) ist der R&S FSH in der Lage die Ersatzfeldstärke im Frequenzbereich von 30 MHz bis 3 GHz zu bestimmen. Für die Messung der Ersatzfeldstärke beinhaltet die Antenne drei zueinander orthogonal angeordnete Antennenelemente. Der R&S FSH steuert die drei Antennenelemente nacheinander über die Probe Power-Buchse an und berechnet die Ersatzfeldstärke (r = resultant field strength ) $E_r$ aus den Ergebnissen der drei Einzelmessungen: $E_r = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$

Bei der Messung werden die Transducerfaktoren für jedes Antennenelement inklusive dem Kabelverlust des Antennenanschlusskabels berücksichtigt. Wird ein Verlängerungskabel wie z. B.
R&S TES-EMFZ2 (1166.5708.02) verwendet, kann die zusätzliche Kabeldämpfung mit Hilfe von Transducerfaktoren berücksichtigt werden. Die Transducerfaktoren sind antennenspezifisch und werden mit der TS-EMF-Antenne mitgeliefert. Mit Hilfe der R&S FSH View Software werden Transducer in den R&S FSH geladen (siehe auch Kapitel 4 "Messung mit Transducerfaktoren").

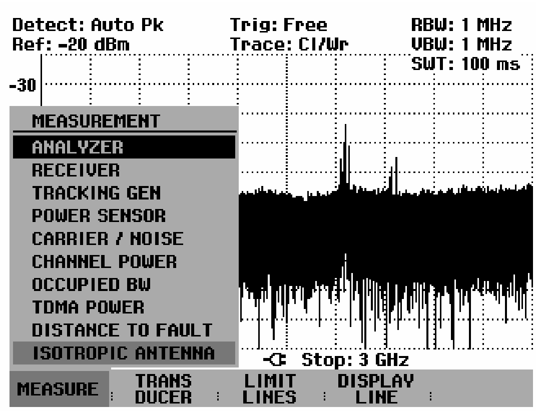
## Anschluss der Antenne an den R&S FSH

Die isotrope Antenne wird mit zwei fest angeschlossenen Anschlusskabeln geliefert. Das HF-Kabel mit dem N-Koax-Stecker wird an den Eingang des R&S FSH angeschlossen. Das Steuerkabel zur Umschaltung der Achsen X, Y und Z mit dem 9-poligen Sub-D Stecker wird mit Hilfe des mitgelieferten Adapterkabels mit der R&S FSH Probe Power-Buchse verbunden.

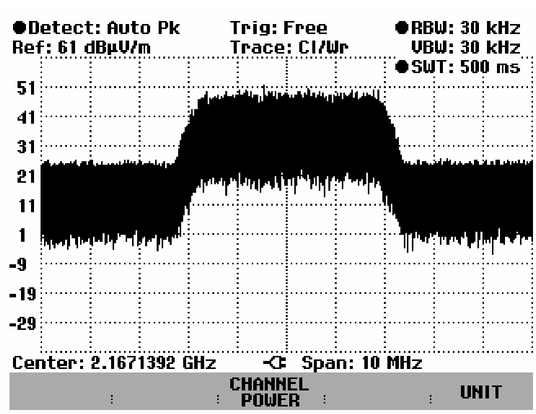
- Die Taste MEAS drücken.
- Den Softkey MEASURE drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen.

- Mit den Cursortasten oder dem Drehrad den Menüpunkt ISOTROPIC ANTENNA auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.



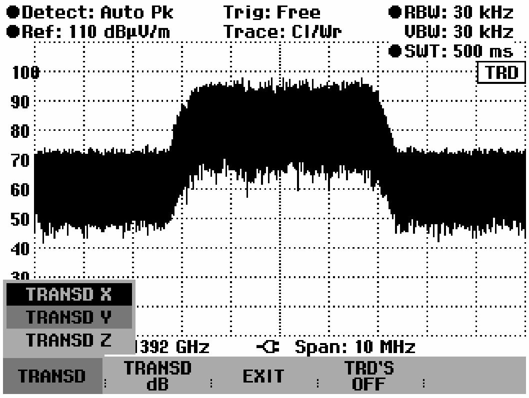

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Messfunktionen. Der R&S FSH schaltet die Messfunktion "Isotropic Antenna" ein. Bevor gültige Messergebnisse angezeigt werden, führt der R&S FSH zunächst eine Messung für jede der 3 Antennenachsen durch, so dass sich die Updaterate der Messkurve entsprechend verringert.



**Transducerfaktoren für die isotrope Antenne verwenden:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü für die Bedienung der Transducerfaktoren an.




Hinweis:

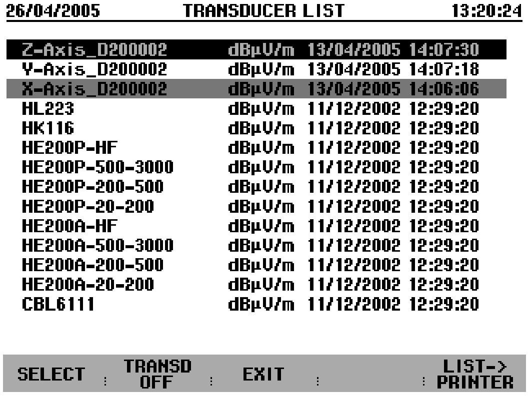
Mit dem Softkey TRANSD lassen sich die drei Transducerfaktoren für die Achsen X, Y, Z einzeln einschalten. Mit dem Softkey TRANSD dB ist ein weiterer Transducerfaktor zur Berücksichtigung des Antennenkabels einschaltbar, den der R&S FSH zum Messergebnis addiert. Mit EXIT verlässt der R&S FSH das Transducermenü, mit TRD'S OFF schaltet er alle Transducerfaktoren aus.

➢ Den Softkey TRANSD drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü für die Auswahl Transducer für die Achsen X, Y, Z.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad eine Achse auswählen und mit dem Softkey TRANSD oder der ENTER-Taste bestätigen. Die dunkel hinterlegte Zeile zeigt an, welche Transducerfaktoren bereits eingeschaltet sind.

Der R&S FSH zeigt die Liste der im Gerät verfügbaren Transducerfaktoren an.




➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den zur vorher gewählten Achse zugehörigen Transducer-Faktor auswählen und mit dem Softkey SELECT einschalten.

➢ Die beschriebene Vorgehensweise für alle 3 Achsen durchführen.

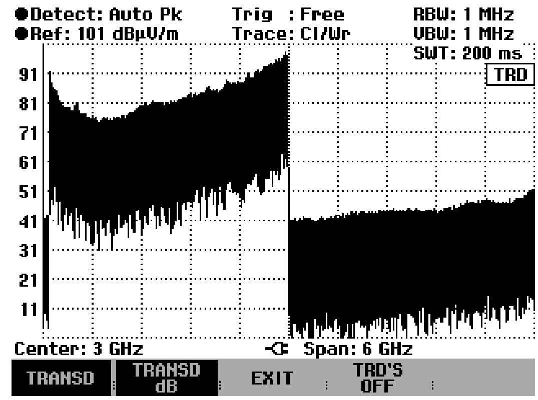
Zur Berücksichtigung eines Antennenverlängerungskabels wie folgt vorgehen:

➢ Im Transducer-Menü den Softkey TRANSD dB auswählen.

Der R&S FSH zeigt die Liste der im Gerät verfügbaren Transducerfaktoren mit der Einheit dB an.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den zur Antenne passenden Transducer-Faktor auswählen und mit dem Softkey SELECT einschalten.

Das Bild rechts zeigt den typischen Verlauf der isotropen Antenne R&S TS-EMF bei eingeschalteten Transducerfaktoren. Sie ist zwischen 30 MHz und 3 GHz definiert. Der R&S FSH zeigt das Rauschen in diesem Frequenzbereich frequenzabhängig um das Wandlungsmaß höher an. Außerhalb des Transducerbereichs setzt der R&S FSH das Wandlungsmaß zu Null. Eine Messung in diesem Bereich führt daher zu nicht sinnvollen Ergebnissen.

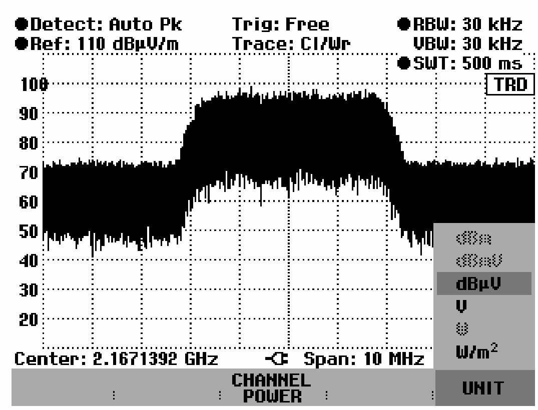



**Eingabe der Anzeigeeinheit:**

➢ Den Softkey UNIT drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen und die Auswahl mit der ENTER-Taste abschließen.

Der R&S FSH stellt die gewählte Einheit der Ersatzfeldstärke dar. Mit der Auswahl der Einheit W/m$^2$ wird die Leistungsflussdichte der Ersatzfeldstärke berechnet und angezeigt.




# Messung der Ersatzfeldstärke im Übertragungskanal mit großer Bandbreite

Für die Messung der Ersatzfeldstärke in einem Übertragungskanal mit großer Bandbreite wird die in Kapitel 4 "Messung der Kanalleistung von kontinuierlich modulierten Signalen" verwendet. Anstelle der Kanalleistung wird die Ersatzfeldstärke unter Berücksichtigung der Antennenfaktoren für die isotrope Antenne angezeigt.
Die Kanalleistungsmessfunktion ermöglicht die Ersatzfeldstärke von modulierten Signalen selektiv mit einer hohen Trennung zu benachbarten Signalen zu messen.Die Kanalbandbreite ist hierbei wählbar und umfasst auch sehr breitbandige Signale.

Mit der Kanalleistungsmessung misst der R&S FSH das Spektrum innerhalb des Kanals mit im Vergleich zur Kanalbandbreite kleiner Auflösebandbreite. Anschließend integriert er die Messwerte der Messkurve zur Kanalleistung. Dies wird für jede Empfangsrichtung (x, y, z) der isotropen Antenne wiederholt. Aus den 3 verschiedenen Kanalleistungen wird die Gesamtleistung bestimmt, welche in die Ersatzfeldstärke umgerechnet wird. Dabei berücksichtigt er das Verhalten der gewählten Anzeigeart (linear oder logarithmisch), des gewählten Detektors und der Auflösebandbreite. Durch die schmale

Auflösebandbreite bildet er ein steiles Kanalfilter nach, so dass Aussendungen außerhalb des Kanals nicht in das Messergebnis eingehen.

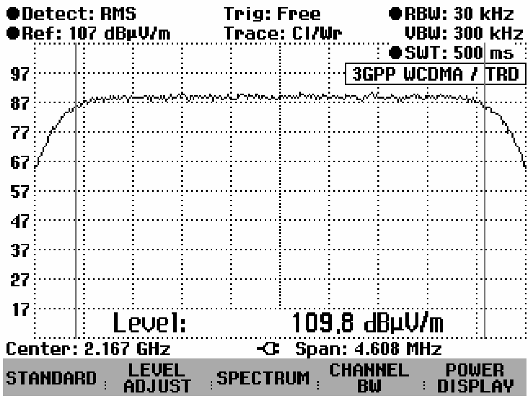
Für die Übertragungssysteme 3 GPP W-CDMA, cdmaOne und cdma2000 1x bietet der R&S FSH Voreinstellungen an, die dem Benutzer die Einstellung des Analysators abnehmen. Es sind aber auch benutzerspezifische Kanaleinstellungen möglich, die den R&S FSH an andere Übertragungssysteme anpassen.

**Bedienung:**

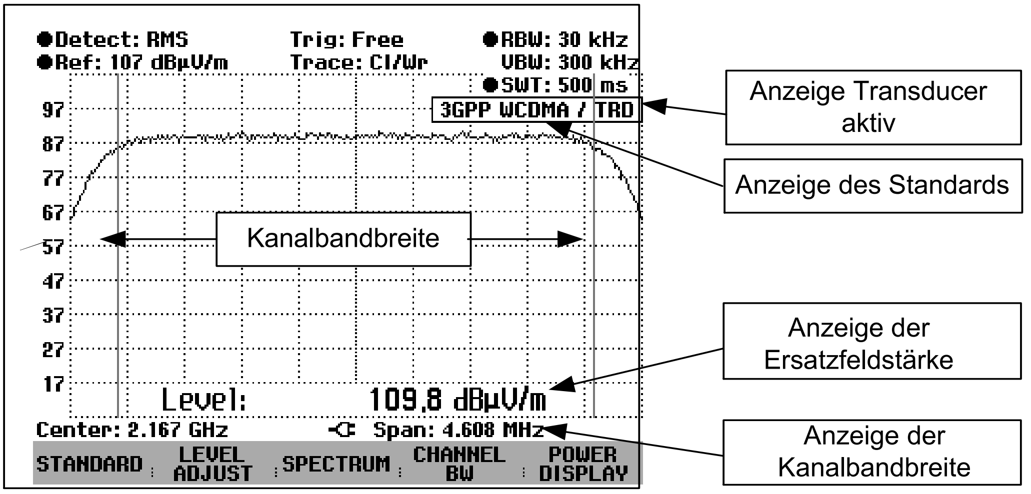
➢ Die Taste CHANNEL POWER drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü mit den Messfunktionen.

➢ Zum Verlassen des Channel Power-Menüs den Softkey SPECTRUM drücken.




Der R&S FSH zeigt das Softkeymenü zur Einstellung der Kanalleistungsmessung an. Im Messdiagramm zeigt er durch zwei senkrechte Linien die Kanalbandbreite an. Die gemessene Ersatzfeldstärke zeigt er im Messwertdiagramm unten groß an.



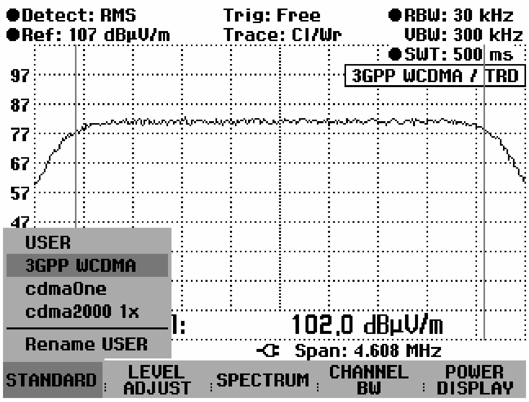

In der Grundeinstellung ist die Leistungsmessung für 3GPP W-CDMA Signale eingestellt.

**Auswahl des Standards:**

Der R&S FSH bietet für verschiedene Standards eine Voreinstellung für die Kanalleistungsmessung an. Zusätzlich kann eine benutzerspezifische Konfiguration definiert und gespeichert werden.

➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.




➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den gewünschten Standard auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

Der R&S FSH stellt den gewählten Standard ein. Die Einstellparameter Frequenzdarstellbereich, Auflösebandbreite, Videobandbreite, Sweepzeit und Detektor werden für den Standard optimal eingestellt.

Mit der Auswahl von USER stellt der R&S FSH die zuletzt mit USER verwendete Einstellung für die Kanalleistungsmessung wieder ein. Änderungen in den Einstellungen übernimmt er automatisch, so dass sie beim nächsten Aufruf des Standards USER wieder verfügbar sind.

Bei der Änderung von Einstellungen ist dabei folgendes zu beachten:

- Der Darstellbereich (Span) ist immer an die Kanalbandbreite gekoppelt. Mit deren Änderung stellt der R&S FSH automatisch den dazu passenden Span ein.
- Die Auflösebandbreite sollte zwischen 1 und 4 % der Kanalbandbreite gewählt werden. Somit ist gewährleistet, dass die Messung der Kanalleistung mit guter Selektion zu den benachbarten Kanälen durchgeführt wird.
- Die Videobandbreite ist mindestens dreimal so breit wie die Auflösebandbreite zu wählen. Damit wird die Leistungsmessung nicht durch Komprimierung von Signalspitzen durch das Videofilter verfälscht.
- Als Detektor ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Damit ist sichergestellt, dass die Leistung bzw. die Ersatzfeldstaärke immer richtig gemessen wird, unabhängig von der zu messenden Signalform.
- Die Sweepzeit ist so einzustellen, dass das Messergebnis stabil ist. Bei Verlängerung der Sweepzeit verlängert der R&S FSH auch die Integrationszeit für den RMS-Detektor und liefert damit auch stabilere Messwerte.

**Umbenennung des USER-Standards:**

Die Einstellung für den Standard USER kann mit einem benutzerdefinierten Namen versehen werden. Damit wird sofort die Einstellung klar, die der R&S FSH in der USER-Einstellung benutzt. Der eingegebene Name für den USER-Standard erscheint auch im Bildschirm, so dass zum Beispiel bei der Dokumentation der Messung die Einstellung mit dokumentiert wird.

➢ Den Softkey STANDARD drücken.

Der R&S FSH öffnet die Tabelle mit den angebotenen Standards.

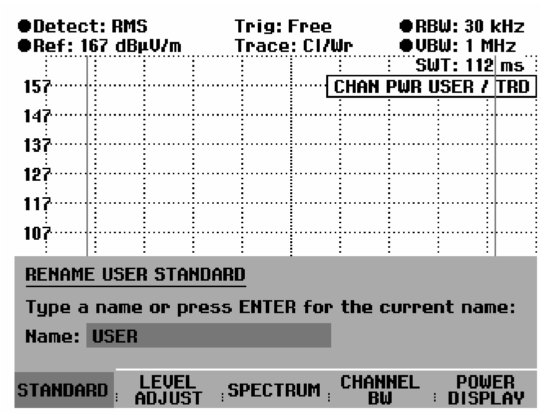
➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten Rename USER auswählen.

➢ Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey STANDARD die Auswahl bestätigen.

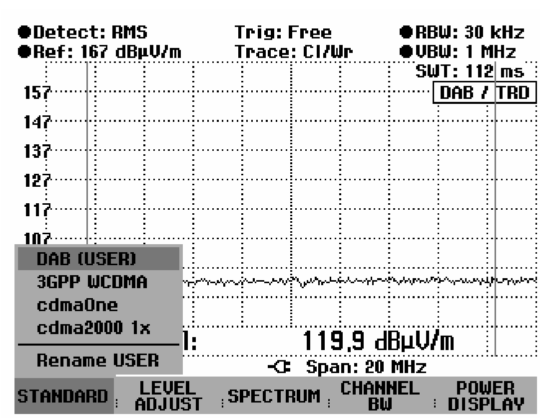
Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den Namen des USER-Standards.

➢ Mit den Zifferntasten einen eigenen Namen eingeben.

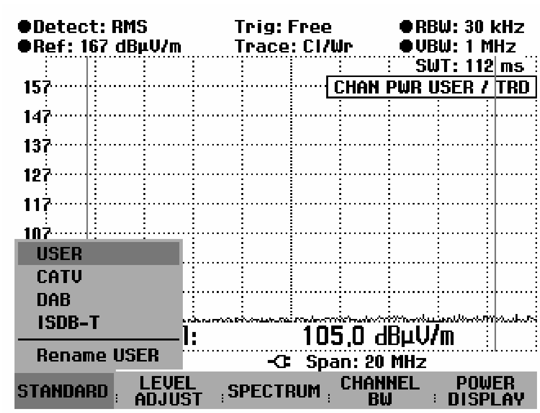
➢ Die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.




Bei Aufruf des Menüs STANDARD erscheint der eingegebene Name im Menüpunkt USER, z.B. DAB (USER). Der Name erscheint auch oben rechts am Bildschirm nach der Auswahl des USER-Standards.




Über die Steuersoftware R&S FSH View können zusätzliche Standards erzeugt werden und fest in den R&S FSH geladen werden. Ebenso können die bei Auslieferung des Gerätes angebotenen Standards gelöscht werden, falls diese nicht gebraucht werden. Der R&S FSH bietet dann nur noch die notwendigen Standards an, zum Beispiel zur Messung an TV-Signalen.



**Einstellung des Referenzpegels:**

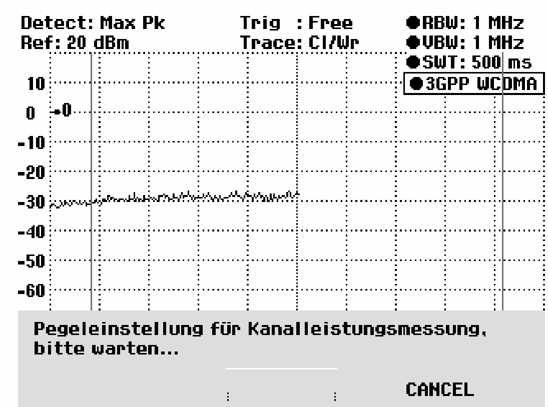
Bei der Wahl des Referenzpegels ist darauf zu achten, dass der R&S FSH nicht übersteuert wird. Da die Leistung mit einer im Vergleich zur Signalbandbreite kleinen Auflösebandbreite gemessen wird, kann der R&S FSH übersteuert werden, obwohl sich die Messkurve innerhalb des Messdiagramms befindet. Um eine Übersteuerung auszuschließen, kann das Signal mit der größtmöglichen Auflösebandbreite und dem Peak-Detektor gemessen werden. Die Messkurve darf mit dieser Einstellung den Referenzpegel nicht überschreiten.

Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Referenzpegels an.

➢ Den Softkey LEVEL ADJUST drücken.

Der R&S FSH startet die Messung des optimalen Referenzpegels, wobei er die Auflösebandbreite 1 MHz, die Videobandbreite 1 MHz und den Peak-Detektor benutzt. Während der Messung meldet er "Pegeleinstellung für Kanalleistungsmessung, bitte warten...".

Anschließend stellt er den optimalen Referenzpegel ein.




**Einstellung der Kanalbandbreite:**

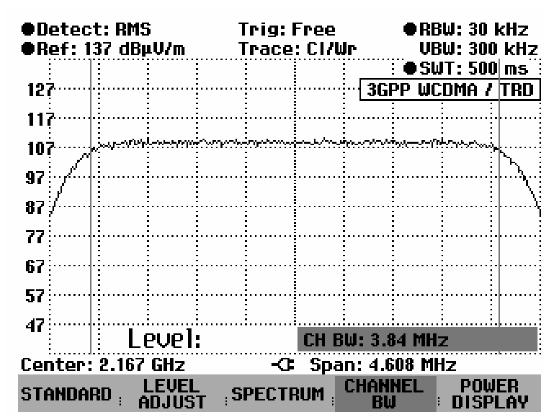
Mit der Kanalbandbreite wird die Bandbreite festgelegt, in der der R&S FSH um die eingestellte Mittenfrequenz die Ersatzfeldstärke berechnet.

➢ Den Softkey CHAN BW drücken.

Der R&S FSH öffnet das Werteingabefeld mit der gerade eingestellten Kanalbandbreite.

➢ Mit den numerischen Tasten eine neue Kanalbandbreite eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die Kanalbandbreite verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey CHANNEL BW abschließen.




Der R&S FSH passt den Frequenzdarstellbereich (Span) automatisch an die eingegebene Kanalbandbreite an (Span = 1,2 x Kanalbandbreite), so dass eine korrekte Messung der Kanalleistung sichergestellt ist.

Die minimal einstellbare Kanalbandbreite ist 8,33 kHz bei den R&S FSH3-Modellen 1145.5850.03 und 1145.5850.13.

Bei Einstellung einer kleineren Kanalbandbreite stellt der R&S FSH eine Frequenz von 8,33 kHz ein und meldet "Bereichsüberschreitung".

Beim R&S FSH3-Modell 1145.5850.23 und beim R&S FSH6 / R&S FSH18 ist die minimale Kanalbandbreite 833 Hz bei einem Span von 1 kHz.

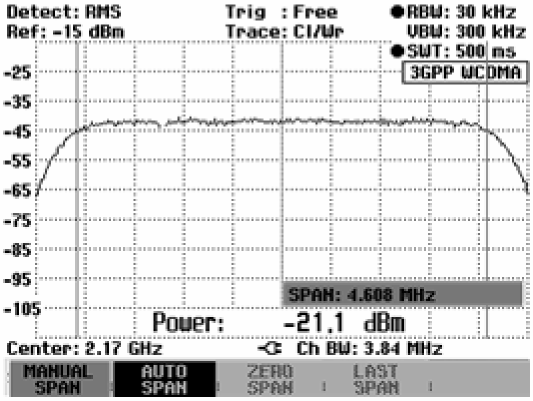
**Veränderung des Frequenzdarstellbereichs:**

Der vom R&S FSH eingestellte Frequenzdarstellbereich führt zu den genauesten Messergebnissen. Damit sind jedoch Signale in der Umgebung des Messkanals nicht mehr erkennbar. Für einen Überblick des Spektrums außerhalb des Messkanals ist der Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung bis zum 10fachen der Kanalbandbreite veränderbar.

**Bedienung:**

➢ Die Taste SPAN drücken.

Der Softkey AUTO SPAN ist grün hinterlegt als Hinweis, dass der für die Kanalleistungsmessung optimale Frequenzdarstellbereich eingestellt ist. Die Eingabe MANUAL SPAN ist aktiviert für eine sofortige Eingabe eines anderen Frequenzdarstellbereichs.




➢ Mit den Zifferntasten einen neuen Frequenzdarstellbereich eingeben und die Eingabe mit der gewünschten Einheit abschließen, oder

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursortasten den Frequenzdarstellbereich verändern und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MANUAL SPAN abschließen.

Der größte zugelassene Frequenzdarstellbereich bei der Kanalleistungsmessung ist das Zehnfache der Kanalbandbreite. Bei größeren Frequenzdarstellbereichen wäre das Ergebnis der Kanalleistungsmessung zunehmend ungenau, da zu wenige Punkte der Messkurve in den zu messenden Kanal fallen.

➢ Den Softkey AUTO SPAN drücken, um wieder den optimalen Frequenzdarstellbereich einzustellen.

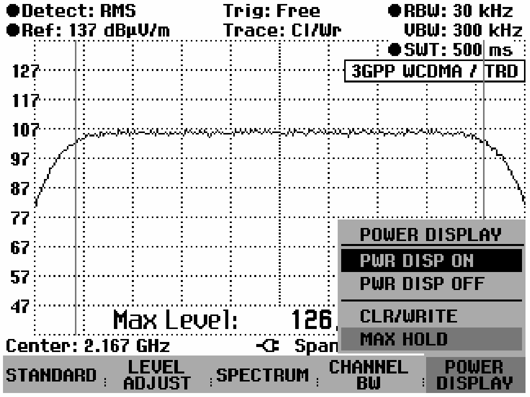
➢ Zur Rückkehr in das Menü für die Kanalleistungsmessung die Taste MEAS und dann den Softkey Channel Power drücken.

**Messung der maximalen Ersatzfeldstärke:**

Bei stark schwankenden Signalpegeln kann mit Hilfe der Max Hold-Funktion das Maximum der Ersatzfeldstärke bestimmt werden.

**Bedienung:**

➢ Den Softkey POWER DISPLAY drücken.




➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Funktion MAX HOLD auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen. Die Ersatzfeldstärkenanzeige wechselt von "Level" auf "Max Level".

➢ Zum Ausschalten der Max Hold-Funktion den Softkey POWER DISPLAY drücken.

➢ Mit den Cursortasten oder dem Drehrad die Funktion CLR/WRITE auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen. Die Leistungsanzeige wechselt von "Max Level" auf "Level".

**Anzeige der Ersatzfeldstärke:**

Der R&S FSH blendet unten im Messdiagramm die Ersatzfeldstärke ein (Level = nn.nn dBµV/m). Dadurch wird normalerweise die Messkurve nicht verdeckt. Sollte sich dennoch in diesem Bereich die Messkurve befinden, kann die Anzeige ausgeblendet werden.

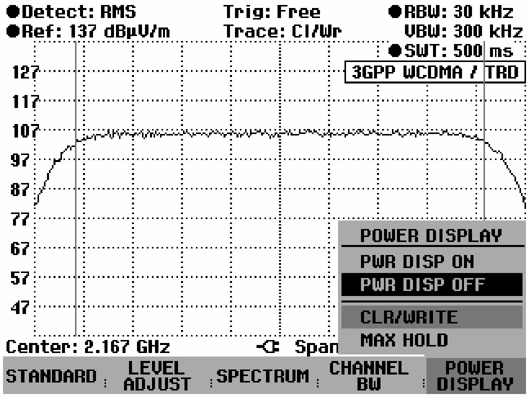
**Bedienung:**

Leistungsanzeige ausschalten:

- Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten PWR DISP OFF auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen.

Leistungsanzeige einschalten:

- Softkey POWER DISPLAY drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten PWR DISP ON auswählen und mit dem Softkey POWER DISPLAY oder der ENTER-Taste bestätigen.




**Einheit für die Anzeige der Ersatzfeldstärke:**

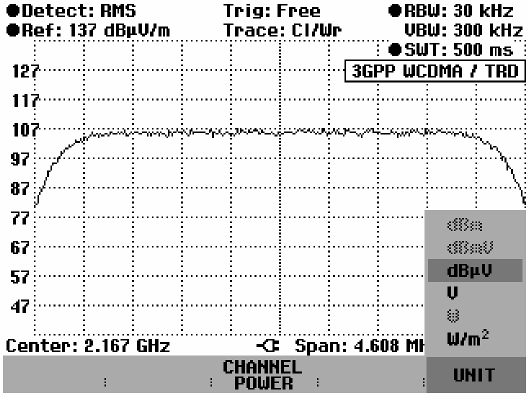
Der R&S FSH kann die Leistung in verschiedenen Einheiten ausgeben. Die Grundeinheit ist dBµV.

- Den Softkey SPECTRUM drücken.

Der R&S FSH kehrt in das Isotropic Antenna-Menü zurück

- Den Sofkey UNIT drücken.
- Mit dem Drehrad oder den Cursortasten die gewünschte Einheit auswählen.
- Mit der ENTER-Taste oder dem Softkey UNIT die Auswahl bestätigen.
- Den Softkey CHANNEL POWER drücken.

Der R&S FSH stellt die gewählte Einheit der Ersatzfeldstärke dar. Mit der Auswahl der Einheit W/m$^2$ wird die Leistungsflussdichte der Ersatzfeldstärke berechnet und angezeigt.



# Messung der Code-Domain-Power an 3GPP FDD-Signalen

Mit der Option R&S FSH-K4 bietet der R&S FSH3 Modell 23 (ab Seriennummer 103500) die Möglichkeit die nach dem 3GPP-Standard vorgeschriebene Messung der Code-Domain-Power.

Für die Analyse wird ein Signalausschnitt von ca. 1,2 ms aufgezeichnet. In diesem Signalausschnitt wird nach dem Start eines WCDMA-Slots gesucht. Wird der Start eines solchen Slots im Signal gefunden, wird die CDP-Analyse für einen Slot durchgeführt. Welcher Slot analysiert wird ist zufällig. Die Nummer des analysierten Slots wird angezeigt.

Neben der Gesamtleistung für einen Slot wird für folgende Kanäle die Leistung gemessen:

- Common Pilot Channel (CPICH). Dieser Kanal muss in der Kanalkonfiguration zwingend vorhanden sein, da sonst keine Synchronisierung möglich ist.
- Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH).
- Primary Synchronisation Channel (P-SCH).
- Secondary Synchronisation Channel (S-SCH).

Für folgende Kanäle kann der Symbol-EVM und Ec/Io gemessen werden:

- Common Pilot Channel (CPICH).
- Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH).

Zusätzlich wird die Trägerfrequenzabweichung (Carrier Frequency Error) gemessen. Für eine ausreichende Messgenauigkeit ist es notwendig, dass die Referenzfrequenz der Basisstation am R&S FSH am "EXT REF IN "- Eingang eingespeist wird.

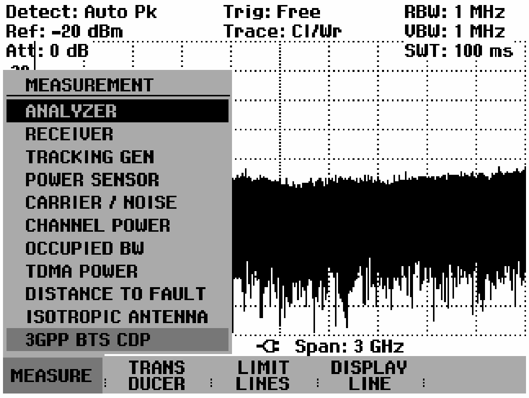
Siehe dazu auch das Kapitel 1 (Umschaltung externe Referenz / externer Trigger).

**Bedienung:**

➢ Die Taste MEAS drücken.

➢ Den Softkey MEASURE drücken.

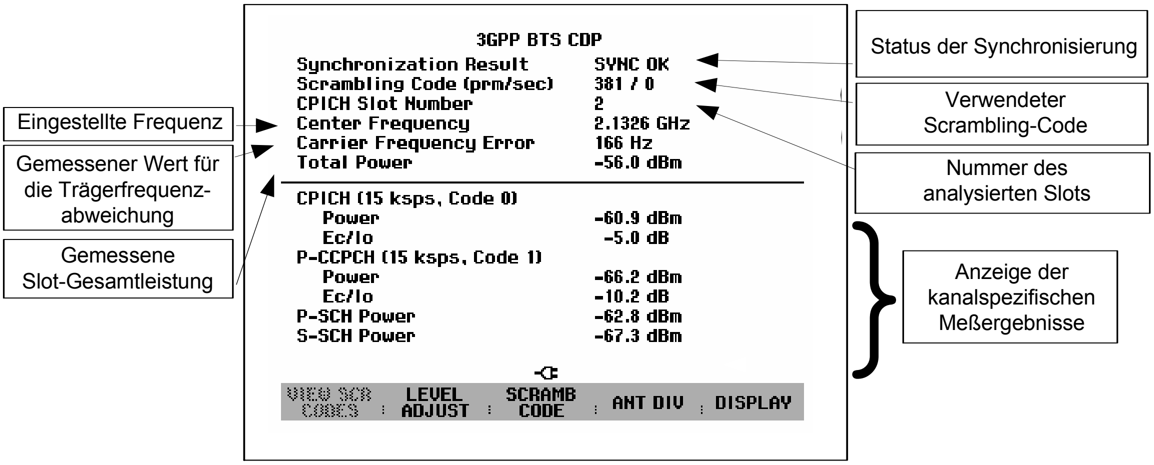
Der R&S FSH öffnet das Menü mit den Messfunktionen.




➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt 3GPP BTS CDP auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey MEAS bestätigen.

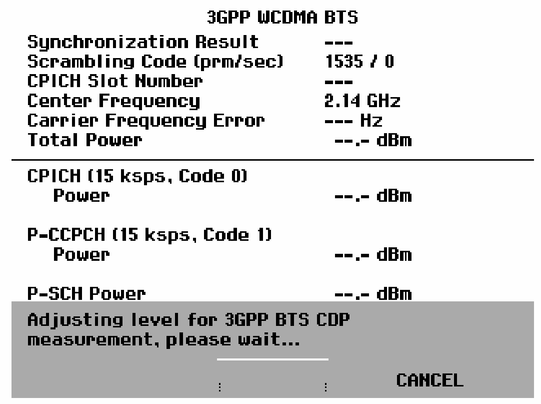
Der R&S FSH zeigt die Softkeys zur Einstellung der Code-Domain-Power an.




Der R&S FSH bietet zur Vereinfachung der Bedienung und um Fehlmessungen zu vermeiden eine automatische Routine zur Einstellung des Referenzpegels an. Nach der Einstellung der Trägerfrequenz auf das 3GPP-Signal sollte als erstes der Level Adjust ausgeführt werden.

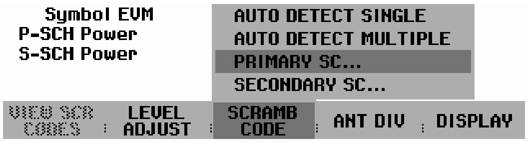
➢ Den Softkey LEVEL ADJUST drücken.

Der R&S FSH bestimmt im Zeitbereich über die Zeitdauer von 2 Slots das Maximum mit Hilfe des Peak-Detektors. Aus dem Maximum wird die optimale Einstellung für den Referenzpegel berechnet und eingestellt.



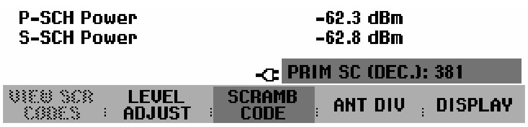
Damit das 3GPP-Signal demoduliert werden kann, muss der Scrambling-Code (primary/ secondary) der Basisstation bekannt sein. Der Scrambling-Code wird entweder manuell eingegeben oder automatisch durch den R&S FSH bestimmt.

**Manuelle Eingabe des primary Scrambling-Codes:**



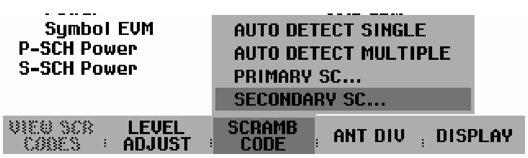

- ➢ Den Softkey SCRAMB CODE drücken
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt PRIMARY SC… auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SCRAMB CODE bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den primary Scrambling-Code. Die Eingabe erfolgt im Dezimalformat.



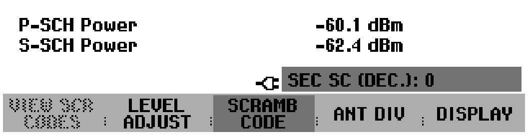

- ➢ Mit den numerischen Tasten den primary Scrambling-Code der Basisstation eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey SCRAMB CODE abschließen.

**Manuelle Eingabe des secondary Scrambling-Codes:**



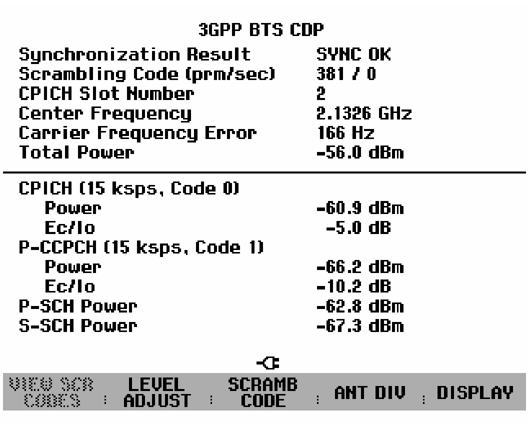

- ➢ Den Softkey SCRAMB CODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt SECONDARY SC… auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SCRAMB CODE bestätigen.

Der R&S FSH öffnet das Eingabefenster für den secondary Scrambling-Code. Die Eingabe erfolgt im Dezimalformat.



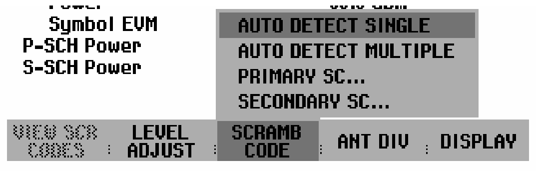

- ➢ Mit den numerischen Tasten den secondary Scrambling-Code der Basisstation eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste oder mit dem Softkey SCRAMB CODE abschließen. In den meisten Fällen ist für den secondary Scrambling-Code der Wert "0" einzugeben.

Nach korrekter Eingabe der Scrambling-Codes sowie der Frequenz, des Referenzpegels und nach korrekter Auswahl der Antennen Diversity (s.u.). synchronisieret der R&S FSH auf das 3GPP-Signal der Basisstation. Am Bildschirm erscheint SYNC OK und die Messwerte werden angezeigt.



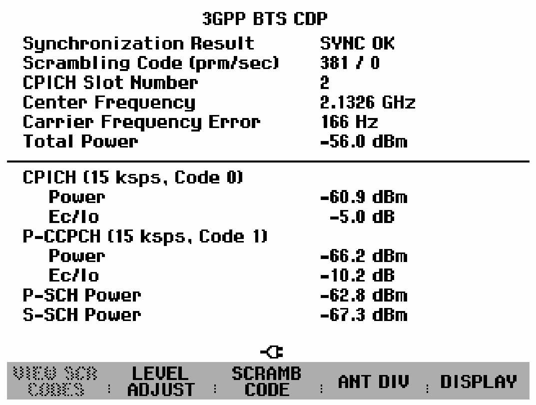
Ist der Scrambling-Code nicht bekannt, ist der R&S FSH in der Lage den Scrambling-Code einer oder mehrerer 3GPP-Baisisationen automatisch zu bestimmen. Dazu stehen zwei unterschiedliche Modi zur Verfügung. Im Single-Modus wird der Scrambling-Code der jenigen Basisstation mit dem höchsten Signalpegel bestimmt. Im Multible-Mode kann der R&S FSH die Scrambling-Codes von bis zu acht 3GPP-Basisstationen mit zugehöriger CPICH-Leistung bestimmen. Bei der automatischen Scrambling-Code-Suche wird vorausgesetzt, dass der secondary Scrambling Code den Wert 0 hat.

**Automatische Scrambling-Code Suche im Single-Mode:**

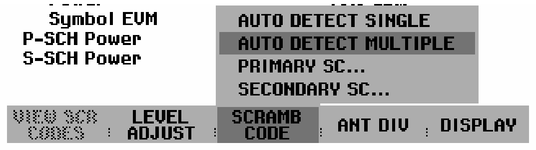



- ➢ Den Softkey SCRAMB CODE drücken
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt AUTO DETECT SINGLE auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SCRAMB CODE bestätigen.

Die Suche des Scrambling-Codes dauert etwa 22 sec. Der Fortschritt wird am Display in Prozent angezeigt. Sobald ein Scrambling Code gefunden wurde, synchronisiert der R&S FSH auf das 3GPP-Signal der Basisstation. Am Bildschirm erscheint SYNC OK und die Messwerte werden angezeigt.




**Automatische Scrambling-Code Suche im Multiple-Mode:**




- ➢ Den Softkey SCRAMB CODE drücken.
- ➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt AUTO DETECT MULTIBLE auswählen.
- ➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey SCRAMB CODE bestätigen.

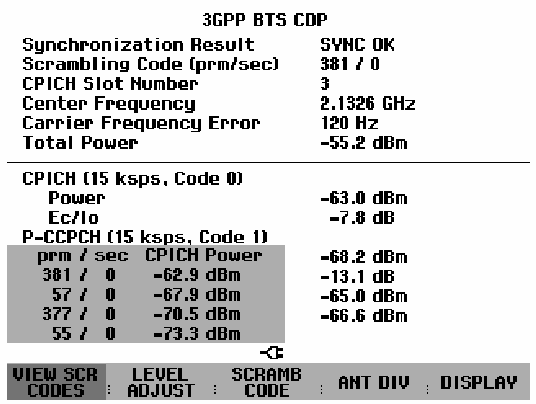
Die Suche der Scrambling-Codes dauert etwa 50 sec. Der Fortschritt wird am Display in Prozent angezeigt. Sobald die Scrambling-Codes gefunden wurden, synchronisieret der R&S FSH auf das 3GPP-Signal mit dem höchsten Pegel. Am Bildschirm erscheint SYNC OK und die Messwerte werden angezeigt.

Anzeige aller gefundenen Scrambling-Codes.

- ➢ Den Softkey VIEW SCR CODES drücken.

Der R&S FSH zeigt alle gefundenen Scrambling-Codes mit der dazugehörigen CPICH-Leistung an.

- ➢ Zum Schließen der Liste die ENTER-Taste oder dem Softkey VIEW SCR CODES bestätigen.



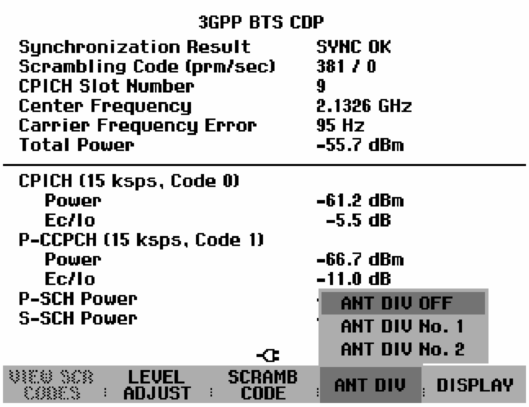
Bei Basisstationen mit zwei Antennen muss festgelegt werden auf welche Antenne synchronisiert werden soll. Grundeinstellung ist OFF für Basisstationen mit nur einer Antenne.

➢ Den Softkey ANT DIV drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten ANT DIV No. 1 (Antenne 1) oder ANT DIV No.2 (Antenne 2) auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey ANT DIV bestätigen.

Der R&S FSH synchroniseirt nun entweder auf den CPICH von Antenne 1 oder Antenne 2 (Vorraussetzung: Referenzpegel, Frequenz und Scrambling-Code sind richtig eingestellt).




➢ Ist nur eine Antenne vorhanden den Softkey ANT DIV drücken und mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt ANT DIV OFF auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey ANT DIV bestätigen.

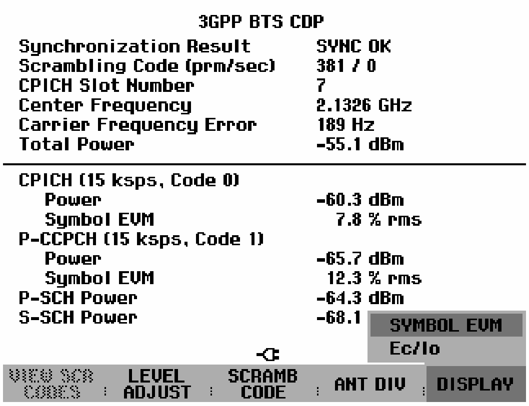
Anzeige des Symbol EVM für den CPICH- und P-CCPCH-Kanal:

➢ Den Softkey DISPLAY drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt SYMBOL EVM auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey DISPLAY bestätigen.

Der R&S FSH zeigt nundie SYMBOL EVM-Messwerte an.



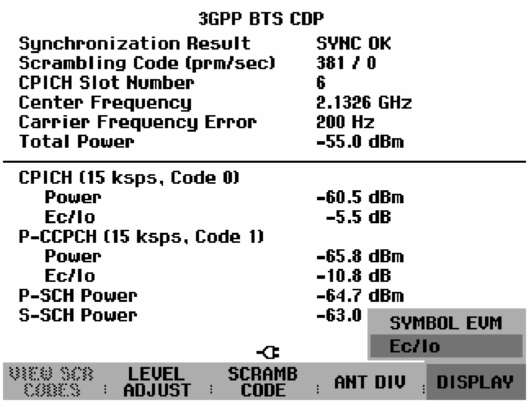

Anzeige von Ec/Io für den CPICH- und P-CCPCH-Kanal:

➢ Den Softkey DISPLAY drücken.

➢ Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten den Menüpunkt Ec/Io auswählen.

➢ Die Auswahl mit der ENTER-Taste oder dem Softkey DISPLAY bestätigen.

Der R&S FSH zeigt nun die Ec/Io-Messwerte an.



# Abspeichern u. Laden v. Geräteeinstellungen und Messergebnissen

Geräteeinstellungen und Messergebnisse des R&S FSH können intern im Gerät gespeichert und später wieder geladen werden. Ebenso können diese Datensätze mit der ***FSH View*** - Software von einem PC aus vom R&S FSH gespeichert bzw. in den R&S FSH geladen werden.

Messergebnisse werden immer zusammen mit den zugehörigen Einstellungen einschließlich der Messfunktion gespeichert, so dass bei Wiederaufruf die Zuordnung der Ergebnisse auf alle Fälle eindeutig ist. Der R&S FSH kann maximal bis zu 256 Datensätze speichern, die durch ihren Namen unterschieden werden.

Bei Datensätzen zur skalaren Transmissions- oder Reflexionsmessung können die zugehörigen Kalibrierdaten mit dem Datensatz gespeichert werden. Damit kann eine Neukalibrierung nach Wiederaufruf des Datensatzes vermieden werden. Ein Datensatz mit Kalibrierdaten benötigt den doppelten Speicherplatz und belegt daher zwei Datensätze ohne Kalibrierdaten. Die maximale Anzahl der speicherbaren Datensätze verringert sich daher um die Anzahl der mit Kalibrierdaten gespeicherten Datensätze.

Ob die Kalibrierdaten mit dem Datensatz gespeichert werden, kann im Menü SETUP eingestellt werden (siehe Kapitel 2, Abschnitt "Speicherung von Kalibrierdaten").

Bei gleichzeitig gespeicherten Kabelmodellen, Kanaltabellen, Grenzwertlinien oder Transducerfaktoren verringert sich die maximale Anzahl der Datensätze. Außerdem kann die Größe der Datensätze in Abhängigkeit der gewählten Messfunktion variieren. Folgende Tabelle zeigt den Speicherbedarf der unterschiedlichen Listen und Datensätze, sowie die maximale erlaubte bzw. mögliche Anzahl je Datentyp.

| Typ | Maximal zulässige bzw. mögliche Anzahl | Minimaler Speicherplatzbedarf (kB) | Maximaler Speicherplatzbedarf (kB) |
|---|---|---|---|
| Datensatz | 256 | 6 | 18 |
| Grenzwertlinie | 100 | 2 | 2 |
| Transducer | 100 | 2 | 2 |
| Kabelmodell | 100 | 2 | 2 |
| Kanaltabelle | 100 | 2 | 2 |
| Benutzerdefinierte Standards für die Messung der Kanalleistung, der belegten Bandbreite und der TDMA-Leistung | 5/5/5 | 2 | 2 |

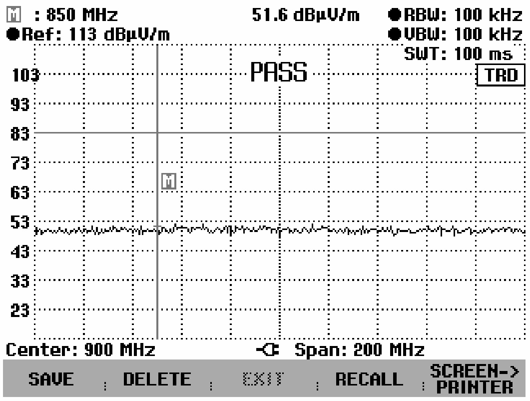
Insgesamt steht im R&S FSH ein Speicherplatz von 2 MB zur Verfügung. Sollen z.B. alle Listen mit der maximal möglichen Anzahl genutzt werden, können noch 121 Datensätze mit einer Größe von 10 kB abgespeichert werden:

| Typ | Anzahl | Speicherplatzbedarf (kB) |
|---|---|---|
| Grenzwertlinie | 100 | 200 |
| Transducer | 100 | 200 |
| Kabelmodell | 100 | 200 |
| Kanaltabelle | 100 | 200 |
| Benutzerdefinierte Standards für die Messung der Kanalleistung, der belegten Bandbreite und der TDMA-Leistung | 5/5/5 | 30 |
| | | Summe: 830 |

➢ Die Taste SAVE / PRINT drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü SAVE / PRINT, in dem die Funktionen zum Speichern, Löschen und Laden von Datensätzen angeboten werden.

Des weiteren kann ein Ausdruck der aktuellen Bildschirmdarstellung an einem angeschlossenen Drucker erfolgen.




## Messergebnisse abspeichern

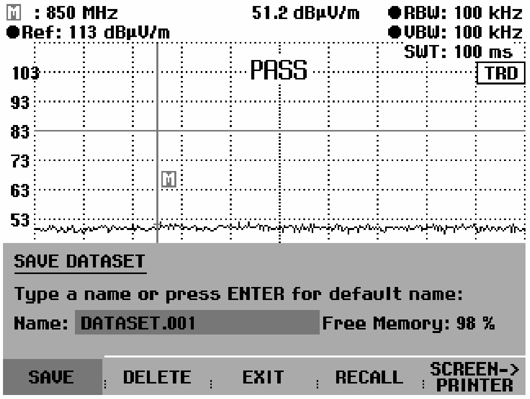
➢ Die Taste SAVE drücken.

Der R&S FSH öffnet eine Textbox, in der er den Benutzer zur Eingabe eines Namens für den Datensatz auffordert.

Er zeigt im rot hinterlegten Eingabefeld ***Name*** auch einen Vorschlag für den Namen an (DATASET.000), der mit der ENTER-Taste bestätigt werden kann.

Der Einfachheit halber speichert der R&S FSH den Datensatz auch nach zweimaligem Drücken auf den Softkey SAVE unter dem vorgeschlagenen Namen ab.

Der noch verbliebenen freien Speicher***Free Memory*** werden ebenfalls in der Textbox angezeigt. Da die Datensätze unterschiedliche Größe haben können, wird der verbleibende Speicherplatz prozentual angezeigt.



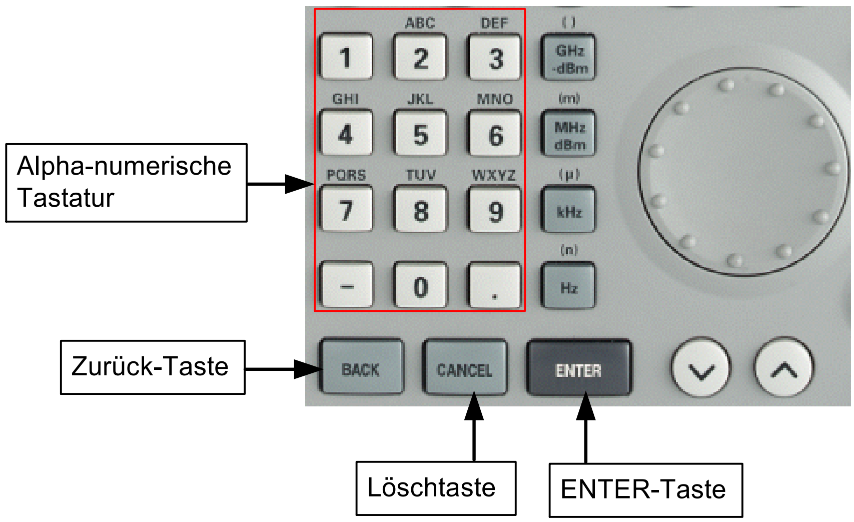

Die Bezeichnung (Name) für einen Datensatz besteht aus einem Textteil und einer numerischen Erweiterung (Extension), die durch einen Punkt getrennt ist. Der vom R&S FSH vorgeschlagene Name für den Datensatz leitet sich aus dem Namen des zuletzt gespeicherten Datensatzes ab, wobei die numerische Erweiterung jeweils um 1 erhöht wird.

Damit können fortlaufende Datensatznamen durch einfaches Abspeichern mit SAVE bzw. ENTER vergeben werden.

Mit der BACK-Taste können die Namen bereits vorhandener Datensätze der Reihe nach angezeigt werden. Damit ist es zum Beispiel ohne neues Eintippen eines neuen Namens möglich neue Messergebnisse unter dem Namen eines vorher aufgerufenen Datensatzes (Beispiel: Antenna.000)zu speichern. Der R&S FSH zeigt diesen Namen mit der ersten freien Erweiterung (Beispiel Antenna.001)an.

## Eingabe eines Namens für einen Datensatz

Ein neuer Name kann mit dem numerischen Tastenfeld eingegeben werden. Die Belegung der Tasten mit den Buchstaben entspricht der Belegung der Tasten von Mobiltelefonen:




Wenn der R&S FSH eine Eingabe von Buchstaben erwartet, belegt er die Tasten der alphanumerischen Tastatur automatisch mit den oberhalb den Tasten ausgewiesenen Buchstaben. Die Tasten sind dabei mehrfach belegt. Die Eingabe des gewünschten Buchstabens erfolgt, indem man die entsprechende Taste mehrfach drückt.

➢ Mit dem numerischen Tastenfeld einen Namen für den Datensatz eingeben und die Eingabe mit der ENTER-Taste abschließen.

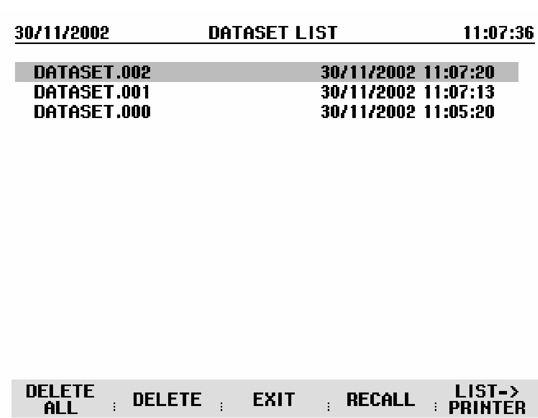
Der Datensatz wird unter dem angegebenen Namen im internen Speicher des R&S FSH abgelegt.

## Messergebnisse laden

Früher abgespeicherte Messergebnisse und Einstellungen werden mit der Recall-Funktion des R&S FSH wieder verfügbar.

➢ Den Softkey RECALL drücken.

Der R&S FSH öffnet eine Liste mit allen gespeicherten Datensätzen (DATASET LIST).




Der rote Auswahlbalken steht auf dem zuletzt gespeicherten Datensatz.

Mit den Cursor-Tasten wird der Auswahlbalken jeweils zum Seitenanfang bzw. zum Seitenende gesetzt. Dies ermöglicht ein schnelles Blättern, wenn viele Datensätze im R&S FSH gespeichert sind.

Die angezeigte Liste der Datensätze kann über den Softkey LIST->PRINTER ausgedruckt werden.

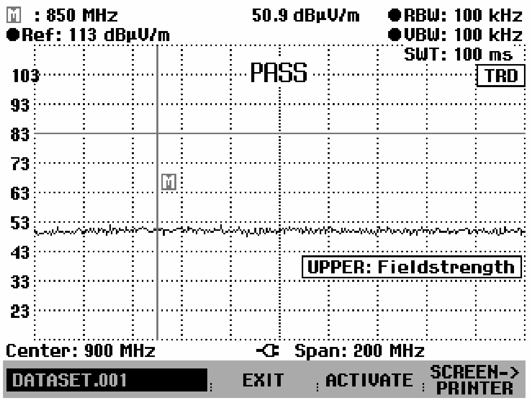
Das Menü kann mit dem Softkey EXIT wieder verlassen werden und kehrt in die bisherige Einstellung des R&S FSH zurück.

- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten einen Datensatz auswählen.
- Den Datensatz mit dem Softkey RECALL laden.

Der R&S FSH zeigt den Inhalt des gewählten Datensatzes graphisch am Bildschirm an, ohne dass dessen Einstellungen im Gerät übernommen werden. Damit bietet er die Möglichkeit an, den Datensatz visuell zu überprüfen, bevor dessen Einstellungen übernommen werden.

Der Name des Datensatzes steht unten links am Bildschirmrand.

In dieser Einstellung kann man mit den Cursor-Tasten oder dem Drehrad durch die im R&S FSH gespeicherten Datensätze blättern und so die Messergebnisse und zugehörigen Einstellungen besichtigen.




Der Benutzer hat nun die Möglichkeit

- den Datensatz mit ACTIVATE zu übernehmen und mit dieser Einstellung wieder in den zugehörigen Messmodus des R&S FSH zurückzukehren.
- mit PRINT die in dem Datensatz gespeicherte Messung mit den Einstellungen auf einem angeschlossenen Drucker auszudrucken.
- mit EXIT die Einstellung wieder zu verlassen.

Der Softkey EXIT führt wieder zurück in die Darstellung mit der Liste aller gespeicherten Datensätze (DATASET LIST) von der aus Datensätze ausgewählt und geladen oder gelöscht werden können.

## Gespeicherte Datensätze löschen

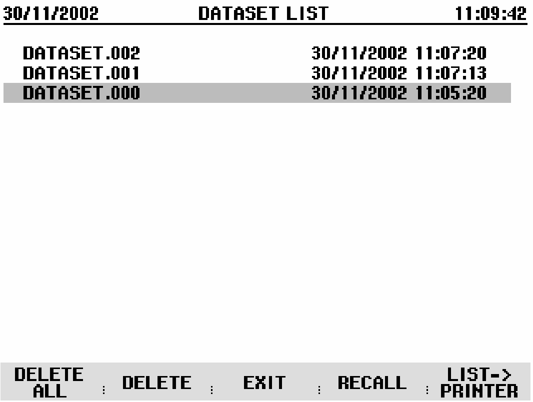
Gespeicherte Datensätze können in der Darstellung DATASET LIST ausgewählt und einzeln gelöscht werden.

Der R&S FSH markiert mit dem roten Auswahlbalken den ausgewählten Datensatz.

Mit den Cursor-Tasten wird der Auswahlbalken jeweils zum Seitenanfang bzw. zum Seitenende gesetzt. Dies ermöglicht ein schnelles Blättern, wenn viele Datensätze im R&S FSH gespeichert sind.

Die angezeigte Liste der Datensätze kann über den Softkey LIST->PRINTER ausgedruckt werden.

Das Menü kann mit dem Softkey EXIT wieder verlassen werden und kehrt in die bisherige Einstellung des R&S FSH zurück.




- Mit dem Drehrad oder den Cursor-Tasten einen Datensatz auswählen.
- Den Datensatz mit dem Softkey DELETE löschen.

Der Datensatz wird im R&S FSH und aus der Liste gelöscht.

## Alle Datensätze löschen

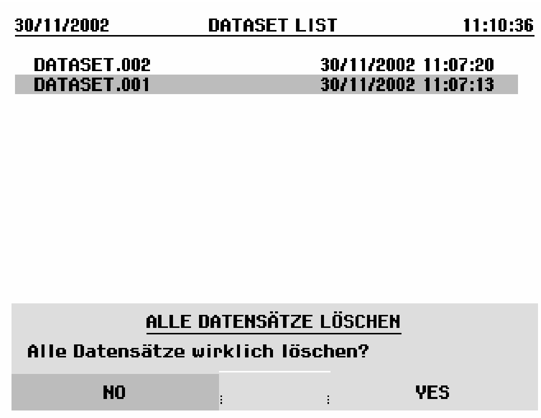
Ausgehend von der Darstellung DATASET LIST können alle im R&S FSH gespeicherten Datensätze mit dem Softkey DELETE ALL DATASETS komplett gelöscht werden.

➢ Den Softkey DELETE ALL DATASETS drücken.

Bevor alle Datensätze gelöscht werden, erfolgt durch den R&S FSH eine Sicherheitsabfrage, ob dies wirklich die gewünschte Aktion ist.

Das Löschen aller Datensätze muss explizit mit dem Softkey YES bestätigt werden.

Mit dem Softkey NO wird die Aktion abgebrochen, ebenso wie mit der ENTER-Taste, um ein unbeabsichtigtes Löschen aller Datensätze zu vermeiden.



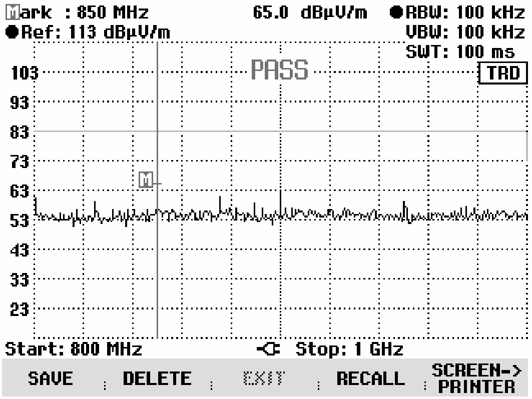
# Ausdrucken von Messergebnissen

Der R&S FSH unterstützt die Ausgabe des Bildschirminhaltes auf einen angeschlossenen Drucker. Der Druckertyp und die Baudrate der seriellen Verbindung können in dem Setup-Menü über den Softkey GENERAL / PRINTER... ausgewählt werden.

➢ Die Taste SAVE / PRINT drücken.

Der R&S FSH öffnet das Menü SAVE / PRINT, in dem die Funktion Ausdruck der aktuellen Bildschirmdarstellung an einem angeschlossenen Drucker angeboten wird.

Des weiteren können Geräteeinstellungen gespeichert und Datensätze geladen oder gelöscht werden.

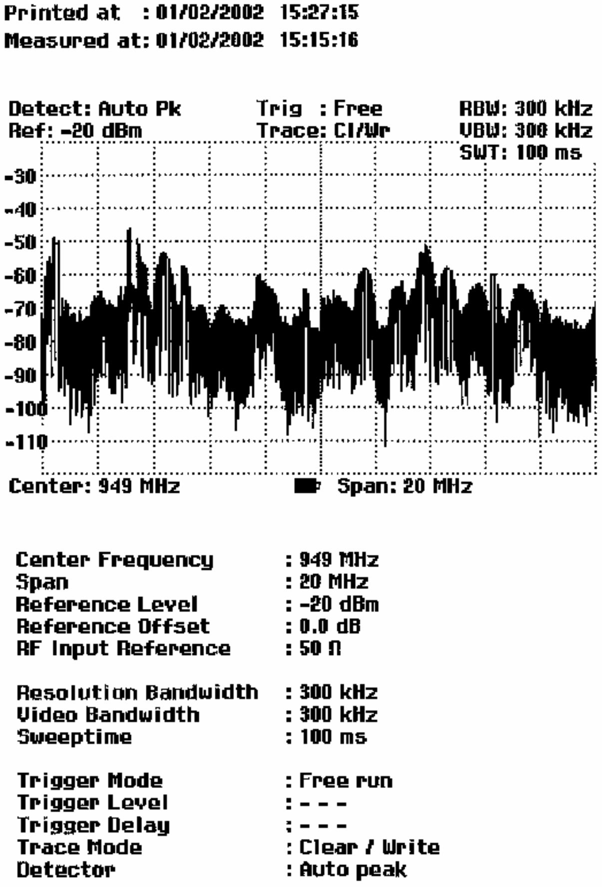



➢ Der Softkey SCREEN->PRINTER startet den Ausdruck des Bildschirminhaltes auf dem angeschlossenen Drucker.

Die Ausgabe des Bildschirminhaltes auf dem Drucker erfolgt im Schwarzweiß-Mode.

In den beiden Kopfzeilen werden Druckdatum und Zeit sowie Datum und Zeit der Messung ausgegeben.

Unterhalb der Hardcopy des Bildschirminhaltes werden die zugehörigen Setup-Parameter der jeweiligen Messung mit ausgedruckt.



# Messungen

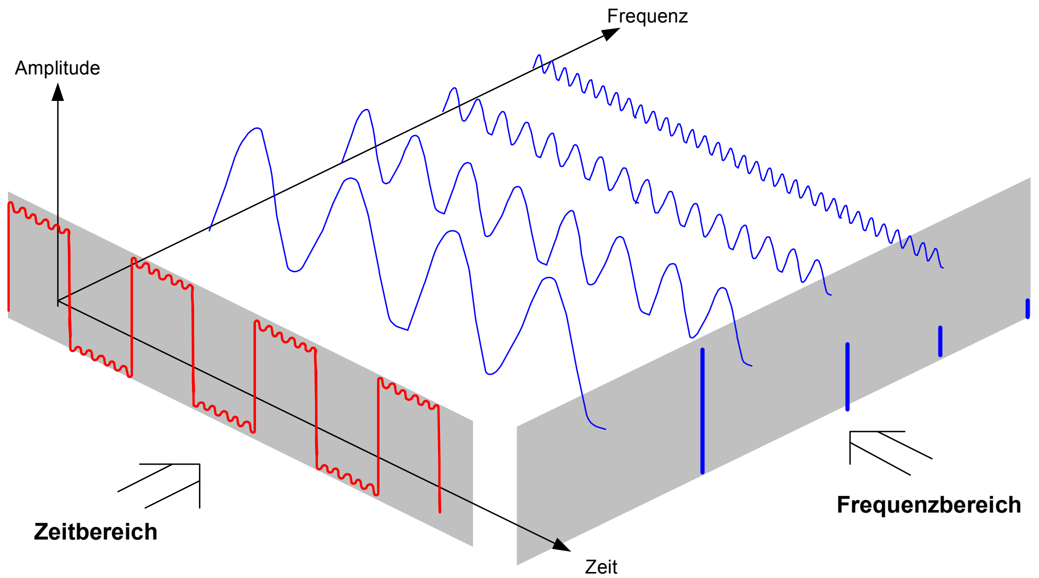
## Das Prinzip des Spektrumanalysators

Ein HF-Signal kann prinzipiell auf zwei verschiedene Weisen betrachtet werden.

Im Zeitbereich kann z. B. mit einem Oszilloskop der Zeitverlauf des Signals angezeigt werden. Mit einem Spektrumanalysator können im Frequenzbereich die spektralen Anteile eines Signals gemessen werden.

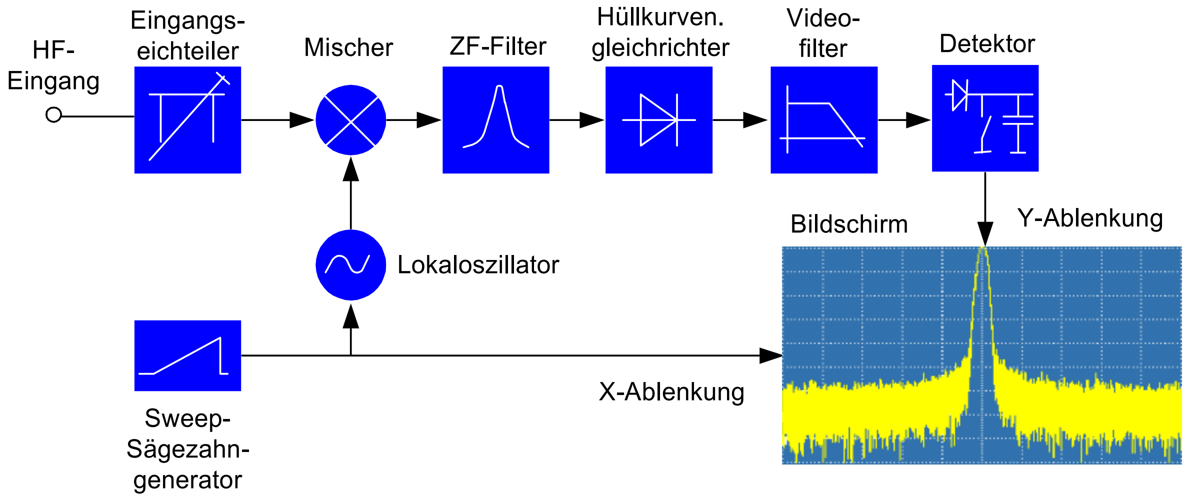
Beide Verfahren sind im Prinzip gleichwertig, da sich jedes Signal über die Fouriertransformation in seine spektralen Anteile zerlegen lässt. Wenn jedoch bestimmte Eigenschaften eines Signals gemessen werden sollen, ist jeweils das eine oder das andere Verfahren zu bevorzugen. So lässt sich mit einem Oszilloskop auf einen Blick erkennen, ob es sich bei einem Mess-Signal um ein Sinussignal, ein Rechtecksignal mit einem bestimmten Tastverhältnis oder um ein Dreieckssignal handelt. Es ist jedoch nicht einfach erkennbar, ob und welche Oberwellen ein Signal enthält und ob noch andere Signale mit geringem Pegel überlagert sind. Dies kann jedoch ein Spektrumanalysator gut leisten.

Das folgende Bild zeigt das Prinzip beider Messverfahren. Im Zeitbereich stellt ein Oszilloskop einen Ausschnitt des Zeitverlaufs eines Signals mit nahezu rechteckiger Kurvenform dar. Das gleiche Signal in einem Frequenzfenster betrachtet zeigt ein Linienspektrum mit einer Grundfrequenz und deren Oberwellen.




Das periodische Rechtecksignal im Zeitbereich kann mit Hilfe der Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert werden. Im Falle eines Rechtecksignals treten dabei die Grundwelle (= Frequenz des Rechtecksignals) und deren ungerade Harmonische auf. Der Spektrumanalysator misst mit einem schmalbandigen Bandpassfilter im Frequenzbereich. Nur bei Frequenzen, bei denen ein Signal vorhanden ist, ergibt sich dabei eine Anzeige, die der Amplitude des jeweiligen Frequenzanteils entspricht.

Das folgende Blockschaltbild zeigt das Wirkprinzip eines Spektrumanalysators.




Der Eichteiler am Eingang des Spektrumanalysators passt den Pegel des Mess-Signals an den Pegelbereich an, den der Mischer verarbeiten kann, ohne dass er übersteuert wird. Beim R&S FSH ist der Eingangseichteiler in 10-dB-Schritten von 0 bis 30 dB schaltbar und direkt an die Einstellung des Referenzpegels gekoppelt.

Der Mischer setzt das HF-Eingangssignal auf eine feste Zwischenfrequenz um. Die Umsetzung erfolgt üblicherweise in mehreren Stufen auf eine Zwischenfrequenz, bei der schmalbandige ZF-Filter gut realisierbar sind. Der R&S FSH3 benutzt drei Mischstufen mit den Zwischenfrequenzen 4031 MHz, 831,25 MHz und 31,25 MHz. Der R&S FSH6 verwendet bis 3 GHz die gleichen Zwischenfrequenzen wie der R&S FSH3. Zwischen 3 und 6 GHz benutzt er eine erste Zwischenfrequenz bei 7231 MHz, die er mit Hilfe des 2. Lokaloszillators bei 6400 MHz auf die 2. Zwischenfrequenz von 831,25 MHz mischt. Ab der zweiten Zwischenfrequenz ist der Signalzweig für die beiden Bereiche identisch.

Zur Umsetzung auf die erste Zwischenfrequenz wird beim R&S FSH3 ein von 4031 MHz bis 7031 MHz durchstimmbarer Lokaloszillator benutzt, so dass eine bestimmte Eingangsfrequenz auf die erste Zwischenfrequenz gemischt wird. Die weiteren Umsetzungen erfolgen durch Oszillatoren auf einer Festfrequenz.

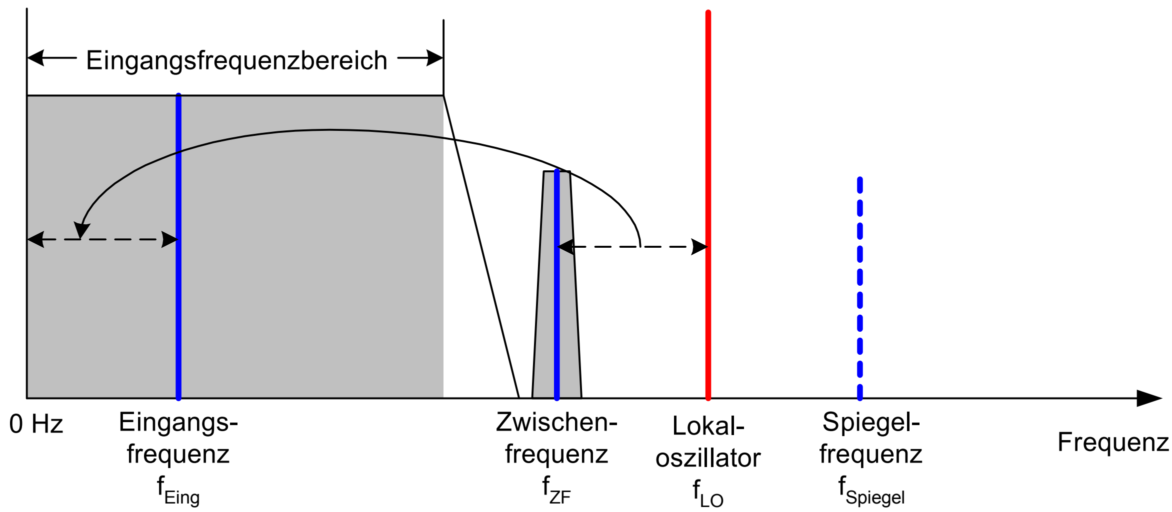
Die Frequenz des Lokaloszillators bestimmt die Eingangsfrequenz, auf der der Spektrumanalysator misst:

$f_{Eing} = f_{LO} - f_{ZF.}$

Neben der Differenzfrequenz $f_{LO} - f_{Eing}$ entsteht im ersten Mischer auch die Summenfrequenz $f_{LO} + f_{Eing}$

(= Spiegelfrequenz $f_{Spiegel}$).

Durch den Bandpass auf der Zwischenfrequenz wird die Spiegelfrequenz unterdrückt, so dass sie für die weiteren Frequenzumsetzungen nicht mehr stört.



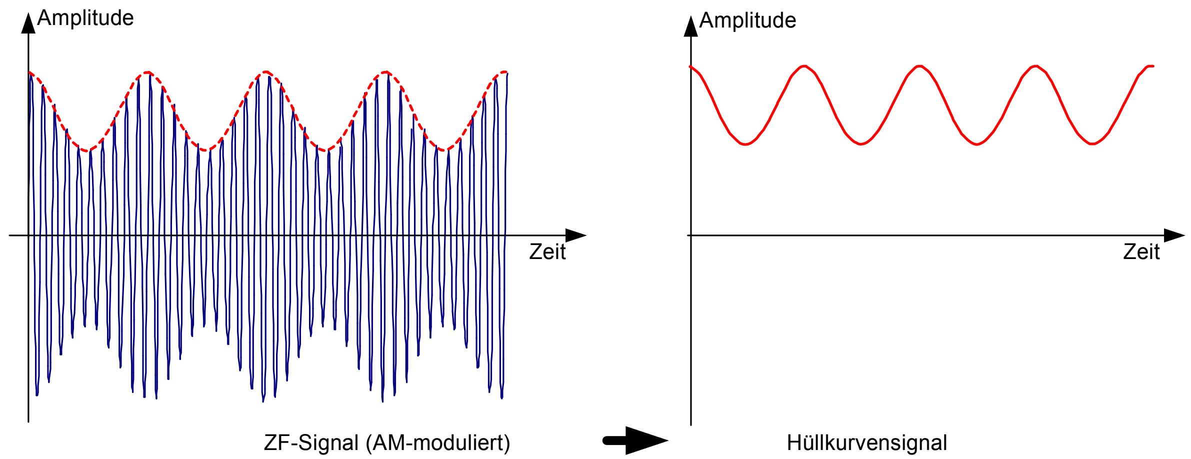

Die Abstimmung des 1. Lokaloszillators erfolgt über eine Sägezahnspannung, die gleichzeitig als x-Ablenkspannung für das Display dient. Die praktische Realisierung nutzt die Synthesizertechnik zur Erzeugung der Frequenz des ersten Lokaloszillators und ein digitales Display zur Anzeige.

Die momentane Sägezahnspannung bestimmt damit die Eingangsfrequenz des Spektrumanalysators.

Die Bandbreite des ZF-Filters auf der Zwischenfrequenz bestimmt die Bandbreite, mit der die Messung erfolgt. Dabei werden reine Sinussignale mit der Durchlasskurve des ZF-Filters abgebildet. Dadurch können Signale, die näher beieinander liegen als das ZF-Filter breit ist, nicht mehr unterschieden werden. Deswegen wird die Bandbreite des ZF-Filters beim Spektrumanalysator auch Auflösebandbreite genannt. Der R&S FSH bietet zu Messung Auflösebandbreiten zwischen 1 kHz und 1 MHz an.

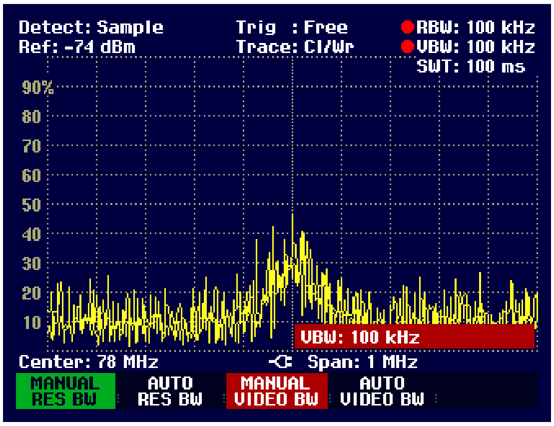
Das bandbegrenzte Zwischenfrequenzsignal wird mit dem Hüllkurvendemodulator gleichgerichtet. Der Hüllkurvendemodulator entfernt die Zwischenfrequenz aus dem Signal und liefert nur mehr deren Hüllkurve am Ausgang. Das Ausgangssignal des Hüllkurvendemodulators nennt man auch Videosignal. Es enthält aufgrund der Gleichrichtung nur noch die Amplitudeninformation. Die Phaseninformation geht dabei verloren.

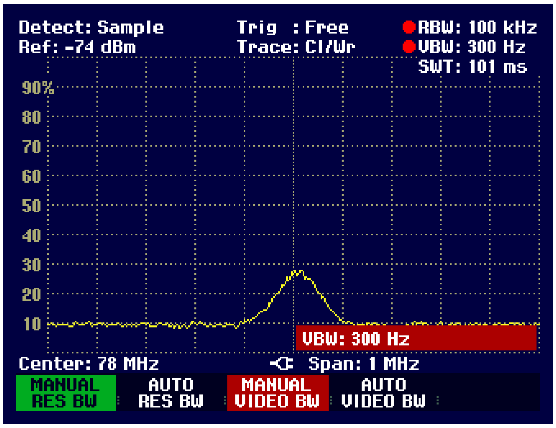
Für HF-Sinussignale ist das Videosignal eine Gleichspannung. Für AM-modulierte Signale enthält das Videosignal einen Gleichanteil, der der Trägerleistung entspricht, und einen Wechselspannungsanteil, dessen Frequenz der Modulationsfrequenz entspricht, vorausgesetzt die Modulationsfrequenz ist innerhalb der Auflösebandbreite.



Dem Hüllkurvendemodulator folgt das Videofilter. Dieses ist ein in der Grenzfrequenz einstellbarer Tiefpass, der die Bandbreite des Videosignals beschränkt. Er ist vor allem dann nützlich, wenn Sinussignale nahe am Eigenrauschen des Spektrumanalysators gemessen werden sollen. Das Sinussignal erzeugt eine Gleichspannung als Videosignal. Das Rauschen ist jedoch bei der Zwischenfrequenz über die gesamte Bandbreite oder beim Videosignal über die halbe Bandbreite des Auflösefilters verteilt. Durch die Wahl einer im Vergleich zur Auflösebandbreite schmalen Videobandbreite kann das Rauschen unterdrückt werden, während das zu messende Sinussignal (= Gleichspannung) unbeeinflusst bleibt.

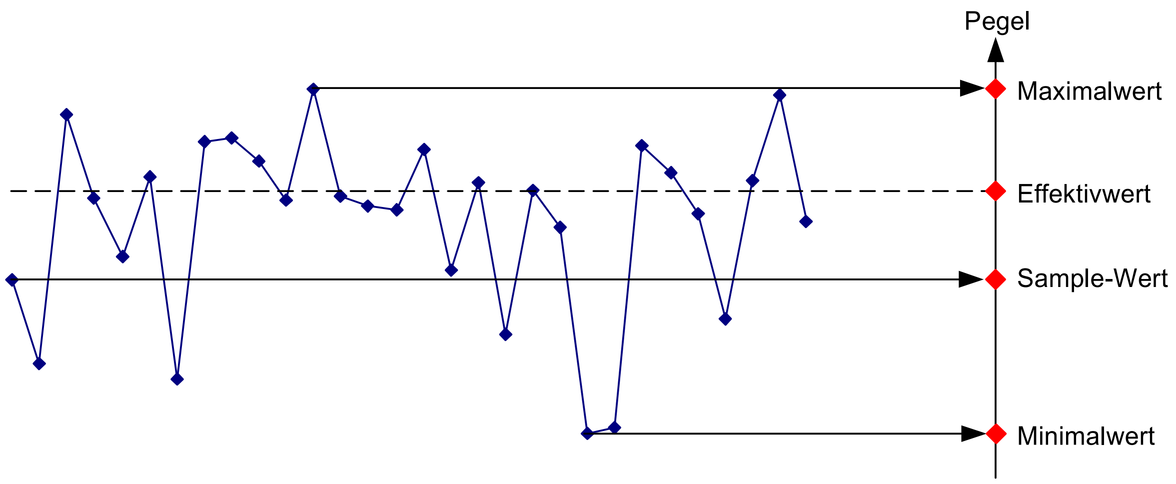
Die folgenden Bilder zeigen ein schwaches Sinussignal einmal gemessen mit großer Videobandbreite und einmal mit kleiner Videobandbreite.




Die Begrenzung der Videobandbreite bewirkt eine deutliche Glättung der Messkurve. Der Pegel des Messsignals kann damit viel besser bestimmt werden.

Dem Videofilter folgt der Detektor. Er ist zuständig für die Zusammenfassung des gemessenen Spektrums zu den Pixels der Messkurve des digitalen Displays. Der R&S FSH nutzt 301 Pixel für die Messkurve, d.h. dass das gemessene Spektrum auf 301 Werte reduziert werden muss. Übliche Detektoren bei Spektrumanalysatoren sind der Spitzenwertdetektor (PEAK), der Sample-Detektor (SAMPLE) und der RMS-Detektor (RMS). Zusätzlich ist meist ein Auto-Peak-Detektor verfügbar, der den maximalen Spitzenwert und den minimalen Spitzenwert gleichzeitig darstellt. Die Arbeitsweise der Detektoren ist im folgenden Bild illustriert.



Das Bild enthält 30 Messwerte, die zu einem Bildpunkt (Pixel) zusammengefasst werden. Der Spitzenwertdetektor nimmt den maximalen Messwert und bringt ihn zur Anzeige. Der Auto-Peak-Detektor nimmt den Maximalwert und den Minimalwert und stellt diese gemeinsam dar. Beide Werte sind durch eine senkrechte Linie miteinander verbunden. Damit erhält man einen guten Eindruck von der Pegelvariation innerhalb eines Pixels. Beim RMS-Detektor berechnet der Spektrumanalysator den Effektivwert der einzelnen Messwerte. Er entspricht damit der Leistung des Spektrums, das in einem Pixel abgebildet wird. Der Sample-Detektor nimmt einen beliebigen Messwert (im obigen Bild den ersten) und stellt ihn dar. Die restlichen Messwerte gehen bei der Anzeige verloren.

Aufgrund der Arbeitsweise der verschiedenen Detektoren lassen sich einige Empfehlungen für deren Benutzung ableiten.

- Zur Spektrumsmessung über weite Frequenzbereiche verwendet man am besten den Auto-Peak-Detektor oder den Peak-Detektor. Damit ist sichergestellt dass alle Signale dargestellt werden.
- Für die Messung der Leistung von modulierten Signalen ist der RMS-Detektor zu empfehlen. Allerdings sollt der Darstellbereich nicht größer gewählt werden als 100 mal die Bandbreite des Signals oder die Auflösebandbreite, je nachdem welche von beiden den größeren Wert hat.
- Bei der Messung von Rauschen ist der Sample-Detektor oder der RMS-Detektor (bevorzugt) zu verwenden. Nur diese beiden Detektoren sind in der Lage die Leistung von Rauschen richtig zu messen.
- Bei der Messung von Sinussignalen ist die Pegelanzeige unabhängig vom Detektor. Allerdings ist beim RMS-Detektor und beim Sample-Detektor darauf zu achten, dass der Frequenzdarstellbereich nicht zu groß gewählt wird. Ansonsten können Sinussignale mit zu kleinem Pegel angezeigt werden.